Naturkräfte

DIE NATURKRÆFTE.

PFAFF: DIE VULKANISCHEN ERSCHEINUNGEN.



MUENCHEN.
RUDOLPH OLDENBOURG.

Naturkräfte.

VII.

Die
vulkanischen Erscheinungen.

Von

Dr. Friedrich Pfaff,
o. ö. Professor an der Universität Erlangen.

(Deutsche Originalausgabe.)

Mit 37 Holzschnitten.

München,
Rudolph Oldenbourg.
1871.

Inhalts-Uebersicht.

II.

Die Erdbeben.

III.

Hebungen und Senkungen des Bodens.

Einleitung.

Unter allen Naturkräften findet sich keine, welche auch nur im entferntesten an Pracht und Gewalt ihres Auftretens mit derjenigen sich vergleichen läßt, welche aus den Tiefen der Erde heraus, von Feuerschein und Gluthströmen begleitet, Länder erzittern macht, Berge erhebt und einstürzt, ja ganze Kontinente auf einmal in Bewegung setzt.

Unter dem gemeinsamen Namen der vulkanischen Erscheinungen faßt die neuere Geologie eine Reihe von Phänomenen zusammen, die von jeher die Gemüther der Menschen, welche sie zu beobachten Gelegenheit hatten, theils mit Bewunderung und Staunen, theils mit Furcht und Entsetzen erfüllten, später aber als Gegenstand wissenschaftlicher Forschung als Kräfte erkannt wurden, deren sich die Natur in weitester Ausdehnung bedient, um Land zu schaffen und die zerstörenden Wirkungen des fließenden Wassers auf alles Feste wiederum auszugleichen und in schaffende zu verwandeln.

Man faßt jetzt unter dem Namen der vulkanischen Erscheinungen alle diejenigen zusammen, welche man auf

die gleiche letzte Ursache zurückführen zu können glaubt, nehmlich die Erscheinungen an den Vulkanen oder s. g. feuerspeienden Bergen, die Erdbeben und die Bewegungen der Erdrinde, die sich theils als Hebungen, theils als Senkungen zu erkennen geben. Ob und in wie weit man diese Erscheinungen ein und derselben Grundursache zuschreiben könne, das soll der Gegenstand einer späteren Erörterung sein, wenn wir etwas näher die Erscheinungen selbst kennen gelernt haben, deren Schilderung die folgenden Blätter gewidmet sein sollen.

I.

Die Vulkane oder feuerspeienden Berge.

Erstes Kapitel.

Aeußeres Ansehen und Bau der Vulkane.

Definition.

Jeder Berg oder Hügel, der einmal gewisse Stoffe, die entweder in Gasform oder in festem oder flüssigem Zustande aus dem Innern der Erde herauskamen, ausgeworfen hat oder auswirft, wird mit dem Namen **Vulkan** bezeichnet. Der Ausdruck „feuerspeiender Berg" oder „Feuerberg", der wohl gleichbedeutend mit jenem gebraucht wird, ist insofern sehr unpassend, als gerade Feuer nicht von den Vulkanen geliefert wird, der Feuerschein lediglich von glühenden Mineralmassen herrührt, die aus dem Berge hervorbrechen, wie später noch näher aus einander gesetzt werden soll. Der Unterschied zwischen **erloschenen** und **thätigen** Vulkanen, den man früher allgemein angenommen hat, ist sehr schwer, ja fast unmöglich durchzuführen, indem wir wohl das Thätigsein eines solchen erkennen, aber nicht wohl das vollkommene Erloschensein

durch irgend ein sicheres Zeichen festsetzen können und mannichfache Erfahrungen uns sehr behutsam machen müssen, einem solchen Unholde den Todtenschein auszustellen. Nicht sehr selten sind die Beispiele, daß, wenn man nach allen Zeichen sich für wohlberechtigt hielt, einen solchen für erloschen zu halten, ein Ausbruch des wenn auch schon seit Jahrtausenden schlummernden Feuers der Tiefe das Trügerische solcher Erklärungen bezeugte. So war z. B. der Vesuv scheinbar in vollkommenen Todesschlaf versunken, indem, so lange jene Gegenden bewohnt wurden, nicht eine Spur von Thätigkeit an ihm wahrgenommen wurde. Ueppig bewachsen, auf dem sonst flachen Gipfel mit einer geringen Vertiefung, die doch so breit war, daß Spartacus seine Schaaren, 10,000 Mann darin ein Lager beziehen lassen konnte, erschien er den Römern, die doch sonst vulkanische Erscheinungen hinreichend zu beobachten Gelegenheit hatten, als ein harmloser Berg, bis plötzlich die furchtbare Eruption im Jahre 79 n. C. die wahre Natur desselben enthüllte, die von da an in häufigen Ausbrüchen sich zu erkennen gab. Noch einmal seitdem hielt man ihn für erloschen, da mit dem Anfange des 14. Jahrhunderts fast 300 Jahre lang seine Thätigkeit aufhörte, die dann abermals im Jahre 1631 mit erneuter Wuth begann. An dem Ararat, der doch seit den ältesten Zeiten umwohnt ist, war nie eine Eruption beobachtet worden, nur aus der Beschaffenheit der Gesteine auf seinem Gipfel schloß man auf eine vulkanische Natur, im Jahre 1845 zeigte eine wenn auch nicht bedeutende Eruption, daß auch nach so langer Ruhe doch noch keine völlige Erstarrung angenommen werden dürfe.



Fig. 1. Der Kotopaxi.

Das Aeußere der Vulkane.

Obwohl die Vulkane in ihrer äußeren Form und Gestaltung mannichfachem Wechsel unterworfen sind sowohl durch ihre eigene Thätigkeit wie durch die Verwitterung, die auch sie nicht verschont, so bieten sie doch alle mehr oder weniger ähnliche Gestaltung dem Auge des Beschauers dar. Bei allen ist die Kegelform bald vollkommen regelmäßig, bald weniger scharf ausgeprägt, ganz unabhängig von der Höhe und Lage der Vulkane. Durch diese ihre regelmäßige Form ausgezeichnet sind der Pic von Teneriffa und der Kotopaxi, von dem A. v. Humboldt schon erwähnt, er sei so vollständig kegelförmig ausgebildet, daß er von ferne wie ein auf einer Drehbank gefertigtes Modell erscheine. In den meisten Fällen zeigt sich aber der Kegel an seiner Spitze abgestumpft, bald mehr, bald weniger stark, dann findet sich auf dieser Fläche das Ende des Kanales, der in die Tiefe hinabführt und die Verbindung mit dem Innern der Erde vermittelt, der s. g. Krater. Auch an anderen isolirten Bergen findet man wohl die Kegelgestalt ausgebildet, doch zeichnet die Vulkane die meist sehr beträchtliche Steilheit aus; im Durchschnitte beträgt die Neigung der Seiten eines Vulkanes 28°—32°, also 30° im Mittel, was ziemlich genau dem Verhältniß von 3 : 5 von der Höhe zu dem Halbmesser der Basis entspricht. Bei einigen wird aber dieser Winkel beträchtlich kleiner, bei anderen wieder größer, namentlich sind es die von den ausgeworfenen Massen gebildeten s. g. Ausbruchskegel, welche oft eine ungemeine Steilheit zeigen und höchst schwierig zu erklimmen sind. Manche der kleineren und

in neuerer Zeit erst entstandenen Vulkane zeigen nur einen derartigen aus lockeren Massen gebildeten Kegel, der oft von einer älteren Umwallung, einem älteren Krater umgeben ist. Ein klares Beispiel hiefür liefert der unter dem Namen Barren-Island (wüste Insel) im östlichen Theile des Meerbusens von Bengalen gelegene kleine Vulkan, von dem G. v. Liebig eine genaue Schilderung gegeben hat. Die Höhe des fast nur aus vulkanischer Asche und kleineren Steinen bestehenden Kegels beträgt 980 Fuß, der Durchmesser der ganzen Insel von Nord nach Süd 8360 Fuß. Die Spitze enthält einen kleinen Krater von 90—100 Fuß Weite und 50—60 Fuß Tiefe. Die Umwallung ist offenbar ebenfalls das Product früherer Eruptionen aus wechselnden Lagen von San- dund Tuffschichten gebildet.

Was die Höhe der Vulkane anbelangt, so finden wir sie von allen den Höhenstufen, welche überhaupt Berge und Hügel erkennen lassen. Der kleine, aber sehr thätige Koosima zwischen Niphon und Jesso ist nur 696 Fuß hoch, Stromboli 2775, der Vesuv 3600, der Hekla 4800, der Gunong-Tingger auf Java 6540, der Aetna 10200, der Pic von Teneriffa 11400. Unter den Vulkanen Kamtschatkas befindet sich einer, der Kliutschewskaja-Sopka mit einer schon den Mont Blanc übertreffenden Höhe von 14790 Fuß, und der höchste bis jetzt bekannte, der Aconcagua in Chili, erreicht die gewaltige Höhe von 21770 Fuß.

Das Wichtigste an den Vulkanen ist der aller Beobachtung unzugängliche Kanal, welcher in die Tiefen der Erde hinabreicht und den mancherlei Producten den Ausgang



Fig. 2. Barren-Island.

gestattet, welche durch die Thätigkeit der unterirdischen Kräfte an die Oberfläche unseres Planeten befördert werden. Meist erweitert sich dieser Kanal an seinem oberen Ende, das uns allein zugänglich ist, zu einer kesselförmigen Vertiefung, weswegen es auch den Namen „Krater“ (vom griechischen Worte Krater Mischkrug, Kessel) erhalten hat. Die Lage, die Form und Größe dieser Krater ist eine außerordentlich verschiedene und wechselnde, selbst an einem und demselben Vulkane oft sehr veränderlich. Nicht immer nehmlich findet der Ausbruch der vulkanischen Kräfte an derselben Stelle Statt, sondern bald da, bald dort öffnet sich die Seite des Berges und es bildet sich dann an dieser Stelle ein kleiner Ausbruchskegel mit einem kleinen Krater, die man wohl auch als Nebenkrater bezeichnet hat zum Unterschied von dem s. g. Hauptkrater, aus dem die Eruptionen hauptsächlich Statt haben. Nach Sartorius sind auf dem Aetna gegen 700 solcher Nebenkrater zu beobachten. Der Hauptkrater nimmt meist die Spitze der Vulkane ein, von seinem Durchmesser hängt es ab, ob der Berg wie ein spitzer oder abgestumpfter Kegel erscheint. Seine Dimensionen stehen in gar keinem Verhältnisse zu der Höhe oder Thätigkeit der Vulkane selbst. An dem Krater selbst hat man die Kraterwände mit dem Rande und den Kraterboden zu unterscheiden. Die Kraterwände sind oft von höchst regelmäßiger Form, wie die Wände eines regelrecht geformten Kessels, kreisrund oder elliptisch, nach außen hin weniger steil abfallend, dagegen nach innen zu mauerartig in die Tiefe sich senkend, so daß es nicht möglich ist den Kraterboden zu betreten, wenn nicht, wie dieses allerdings sehr häufig der Fall ist,

die Wand an einer Seite eingerissen ist und so eine natürliche Bresche in der Kratermauer darbietet.

Der Kraterrand selbst, das oberste Ende dieser Wände, ist oft vollkommen eben und nur wenige Fuß breit wie eine wohlerhaltene Mauer, manchmal auch auf das wunderlichste zerrissen wie eine Ruine; ausgezeichnet in letzterer Beziehung ist der Pichincha, dessen zackige Kraterwand

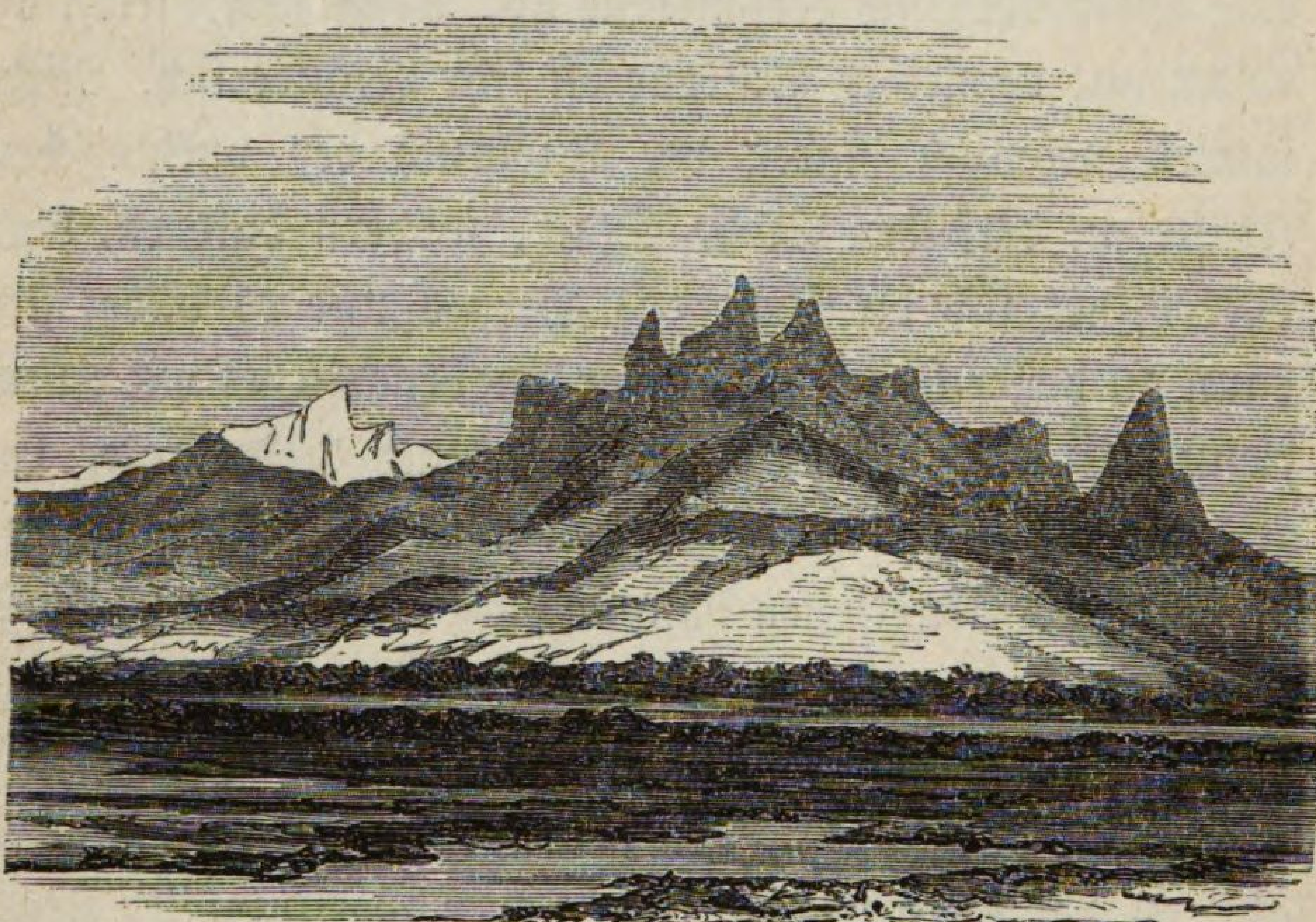


Fig. 3. Der Pichincha.

wie der Kamm eines Gebirges sich senkend und hebend durchaus nicht die Natur eines Vulkanes verräth.

Auch die Tiefe des Kraters, d. h. die Entfernung des Kraterbodens von dem oberen Rande seiner Wände ist eine sehr verschiedene, ebenfalls vielfach verändert durch die Thätigkeit des Vulkanes selbst. Während auf der Insel Palma ein 1000 Fuß tiefer Schlund nur durch einen Riß der Wand zugänglich den Krater bildet, ist bei einer größeren Anzahl javanischer Vulkane kaum die Andeutung

einer Einsenkung bemerklich, trotzdem der Durchmesser derselben ein sehr beträchtlicher ist, bei dem Gunong-Tingger 4/5 g. M. erreicht. „Keine Beschreibung, sagt Junghuhn*), kann das Eigenthümliche seines Ansehens wiedergeben; ein Meilen langes, unabsehbares Sandmeer, auf dessen söhliger (horizontaler) Fläche wirbelnde Staubwolken dahintreiben; schroffe wüst durchfurchte Kegelberge in diesem Meere; vulkanische Schlünde, die sich von den Gipfeln dieser Kegel in geheimnißvolle Tiefe stürzen und rings um diese Wüste, diesen Schauplatz schrecklicher Verödung begrenzend hohe Bergrücken mit Kasuarinenwäldern bedeckt." Tiefe des Kraters, Weite desselben und Höhe des Vulkanes stehen in gar keinem Verhältnisse zu einander. Der 11100 Fuß hohe Pic auf Teneriffa zeigt einen Krater von nur 600 Fuß im Durchmesser und 120 Fuß Tiefe, während der nur 696 Fuß hohe Koosima bei Jesso einen Krater zeigt, der 3000 Fuß im Durchmesser und 600 Fuß Tiefe hat.

Schwierig, ja in den meisten Fällen unmöglich ist es über den inneren Bau und die Structur der Vulkane sich Aufschlüsse zu verschaffen. Die von allen ausgeworfenen Massen, theils geschmolzene und wieder fest gewordene Gesteine, Laven, theils in kleineren Fragmenten ausgeschleudert, in vielen Lagen mit einander wechselnd verdecken den eigentlichen Kern des Berges so sehr, daß es durch Beobachtung kaum möglich ist, etwas Sicheres über seinen Bau zu erfahren. Darum sind auch immer die Geologen

*) Junghuhn, Topograph. u. naturwissenschaftl. Reisen durch Java.

noch sehr getheilter Ansicht, ob eine blasen- oder kuppelförmige Auftreibung den ersten Kern der Vulkane bilde, oder ob nur aus einer Spalte der Erdrinde hervordringend sich die Massen, welche jetzt den Berg bilden, nach und nach zu demselben aufgethürmt. Doch dürfen wir diesen Streit hier füglich übergehen und nur das noch erwähnen, daß in und unter den Vulkanen häufig große Hohlräume sich befinden müssen, wofür viele Erscheinungen sprechen, welche wir bei der Betrachtung der Thätigkeit der Vulkane noch näher kennen lernen werden.

Zweites Kapitel.

Geographische Verbreitung und Lage der Vulkane.

Vulkane Europa's.

Zwei Gegenden sind es, in welchen gegenwärtig noch die vulkanische Thätigkeit unseres Erdtheiles einigermaßen bedeutend bemerklich wird, die eine den nördlichsten, die andere seinen südlichsten Theilen angehörend, Island und Italien, während außerdem noch durch ganz Mitteleuropa eine Reihe erloschener, in einer früheren Periode unserer Erdgeschichte thätiger Vulkane vom mittleren Frankreich bis nach Ungarn hinein sich verfolgen läßt.

Der bedeutendste aller europäischen Vulkane ist der Aetna, seit den ältesten Zeiten als Vulkan bekannt, 10200 Fuß über die Meeresfläche emporragend. Der untere und größte Theil des Berges steigt unter geringer Neigung bis zu einer Höhe von 9000 Fuß sehr allmählich kegelförmig auf, bis

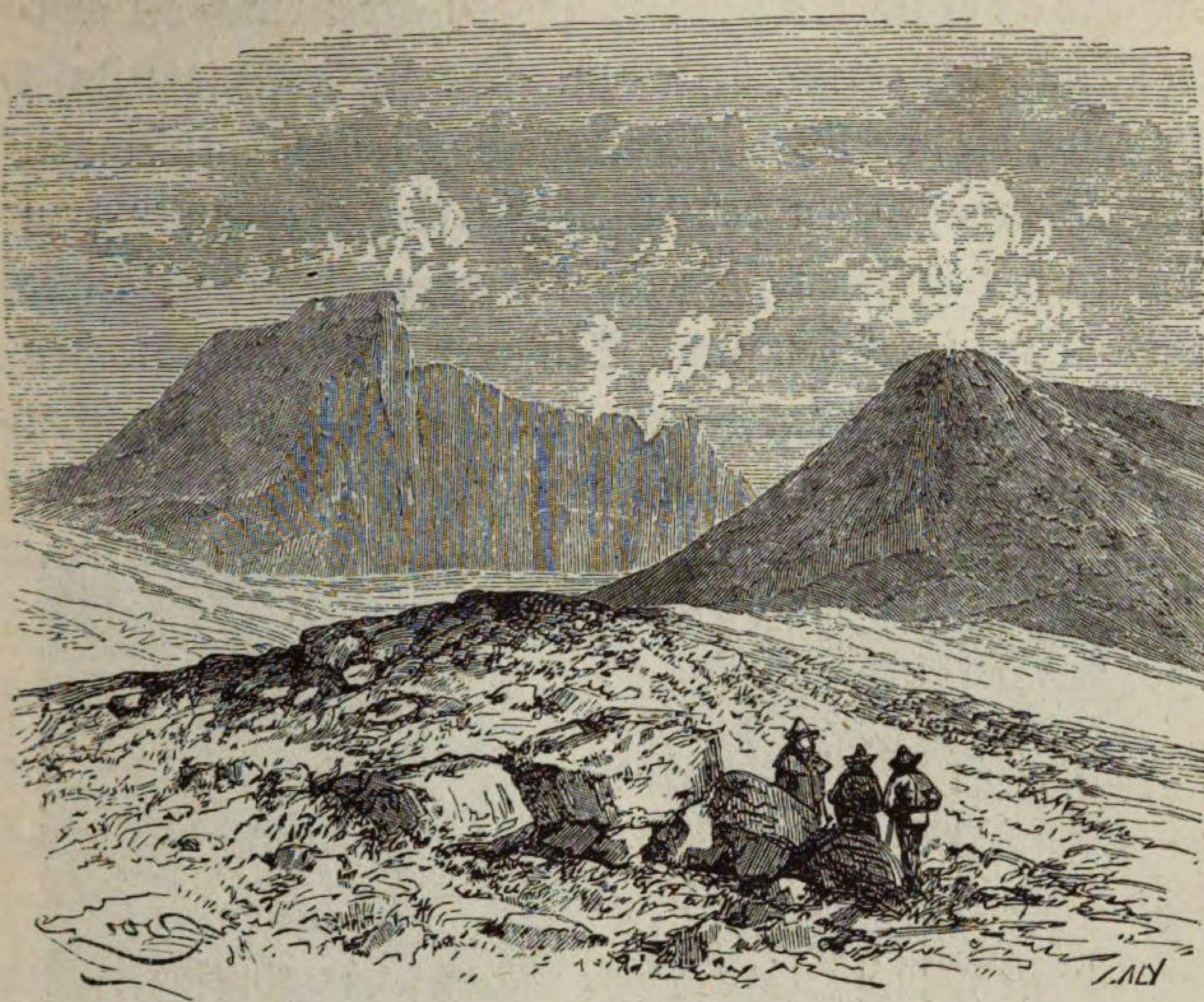


Fig. 4. Der Aetna.

plötzlich unter 25° bis 35° der oberste Gipfel mit dem Krater sich erhebt. Viele Geologen nehmen an, daß der untere Theil in die Höhe gehoben sei, einen s. g. Erhebungskegel bilde, auf dem dann der oberste Theil als aufgeschüttete Masse in Folge der verschiedenen Ausbrüche entstanden sei, doch ist gerade bei ihm die eigentliche Structur des Berges sehr schwer zu erkennen und die Ansichten der verschiedenen Naturforscher, welche ihn besuchten, weichen hinsichtlich seiner Bildung sehr von einander ab.

Zwischen Sicilien und Tunis liegt die kleine jetzt nicht mehr thätige vulkanische Insel Pantellaria mit einem deutlichen Erhebungskrater und Eruptionskegel. Nördlich von Sicilien in einer geraden Linie mit dem Aetna und dem Vesuv stoßen wir auf die Vulkanengruppe

der Liparischen Inseln, ausgezeichnet durch die rastlose Thätigkeit einiger derselben. Die südlichste, die Insel Volcano, die nördlichste, Stromboli, zwischen ihnen Lipari, sind die drei größten der 15 Inseln, die auch unter dem Namen der äolischen aufgeführt werden, jedoch nicht alle mit Vulkanen versehen sind. Seit alter Zeit ununterbrochen Dampf und Lava ausstoßend, die Nachts weit hin ihren Feuerschein über das Meer ergießt, hat sich Stromboli



Fig. 5. Der Stromboli.

mit dem 2770 Fuß hohen Vulkane gleicher Benennung bei den Bewohnern jener Gegenden den Namen des Leuchtthurms, il faro, erworben und viele Geologen angezogen, da nirgends so gut die vulkanische Thätigkeit aus nächster Nähe ohne besondre Gefahr beobachtet werden kann, als an dem fast senkrecht nach innen abfallenden Kraterrande

dieses kleinen Vulkanes. Sehr schön beschreibt Fr. Hoffmann*) dieses Schauspiel: „Die Lava selbst zeigte sich hellglänzend, wie ein geschmolzenes Metall, wie das Eisen, welches aus dem Hochofen zum Gießen hervorströmt. In dem gewöhnlichen Zustande auf- und niederwogend, mochte diese glühendflüssige Lavasäule mit ihrer Oberfläche wohl noch 20—30 Fuß tief unter der Mündung zurückbleiben. Sie wurde offenbar in dieser Stellung durch die furchtbar erhöhte Spannung im Innern eingeschlossener elastischer Dampfmassen getragen und sehr deutlich war das nie aufhörende Spiel ihres von oben herabwirkenden Druckes und des hinauftreibenden Gegendruckes zu sehen, welchen die hinaufstrebenden Dampfmassen ausübten. Denn im gewöhnlichen Zustande bewegte sich die Oberfläche sehr gleichmäßig und fast taktmäßig in secundenlangen Abständen um eine nicht bedeutende Höhe auf und nieder. Man vernahm dabei gleichzeitig ein eigenthümliches Geräusch, welches wir versucht waren mit dem Puffen zu vergleichen, das die eintretenden Luftströme an der Oeffnung von der inneren Thüre eines Flammofens veranlassen. Jedem Stoße, welcher die Lavasäule so ruckweis emporhob, folgte das deutlich und nett begrenzte Austreten eines lichtweißen Dampfballens aus der Oberfläche, und sobald dieser entwischt war, sank die Lavasäule wieder nieder. So oft aber diese Dampfballen austraten, rissen sie regelmäßig einzelne rothglühende Stücke von der Oberfläche der Lava mit sich herauf und diese tanzten, wie von unsichtbaren Kräften getrieben, über den Rand der Oeffnung gleichsam takt-

*) Fr. Hoffmann, hinterlassene Werke II., p. 524.

mäßig heraus und machten den Anblick dieses so schön sichtbaren Spieles ungemein malerisch. Von Zeit zu Zeit aber, meist alle Viertelstunden und zuweilen selbst mehrmals kurz hinter einander, ward dieser regelmäßig fortsetzende Rhythmus auf eine mehr tumultuarische Weise unterbrochen.

Man sah nehmlich plötzlich, nachdem die Lavasäule einige Augenblicke lang sich stärker erhoben hatte, die darüber befindliche, aufwirbelnde Dampfmasse ruhend stehen bleiben und eine schwach rückgängige Bewegung machen, gleichsam als wolle sie in den Krater zurückschlagen. Gleichzeitig durchzuckte uns oft schreckhaft eine mehr oder minder heftige Erzitterung des Bodens, wobei die lockeren Kraterwände oft in eine sichtbar schwankende Bewegung kamen — ein deutliches Erdbeben.

Unmittelbar daran knüpfte sich ein dumpf polterndes Geräusch in der Eruptionsöffnung und mit hell tönendem Geprassel stürzte eine große Dampfmasse aus dem Innern hervor. — Sie riß gleichzeitig dann mit sich die obere Lavamasse, zu Tausenden glühender Stücke zerkleinert, aus dem Krater hervor; eine starke davon ausgehende Erhitzung der Umgebungen schlug uns lebhaft in das Gesicht und ein garbenförmig sich hoch ausdehnender Feuerregen stürzte prasselnd auf die Umgebungen nieder. Einige Stücke flogen bis 1200 Fuß hoch und gingen in großen Bogen hoch über unsern Köpfen weg. Unmittelbar darauf schien jedesmal dann die Lavasäule aus dem Krater verschwunden; sie hatte sich tiefer in das Innere des Schlotes zurückgezogen, es trat augenblickliche Ruhe ein. Doch nicht lange, so begann wieder das Glühen in der

vor uns liegenden Oeffnung, die Lavasäule stieg langsam bis auf ihr altes Niveau wieder. Es begann nun von Neuem das oben geschilderte, taktmäßige Spiel."

Gehen wir nun auf das Festland von Italien, so finden wir hier die Umgegend von Neapel als einen Hauptsitz der vulkanischen Thätigkeit, die sich seit unserer Aera vorzugsweise in dem Vesuv äußert.

Weniger gewaltig als der Aetna seiner Größe nach, von einer Höhe von 3700 Fuß, bildet auch er in seinem unteren Theile einen sanft ansteigenden Kegel, der in seinem oberen

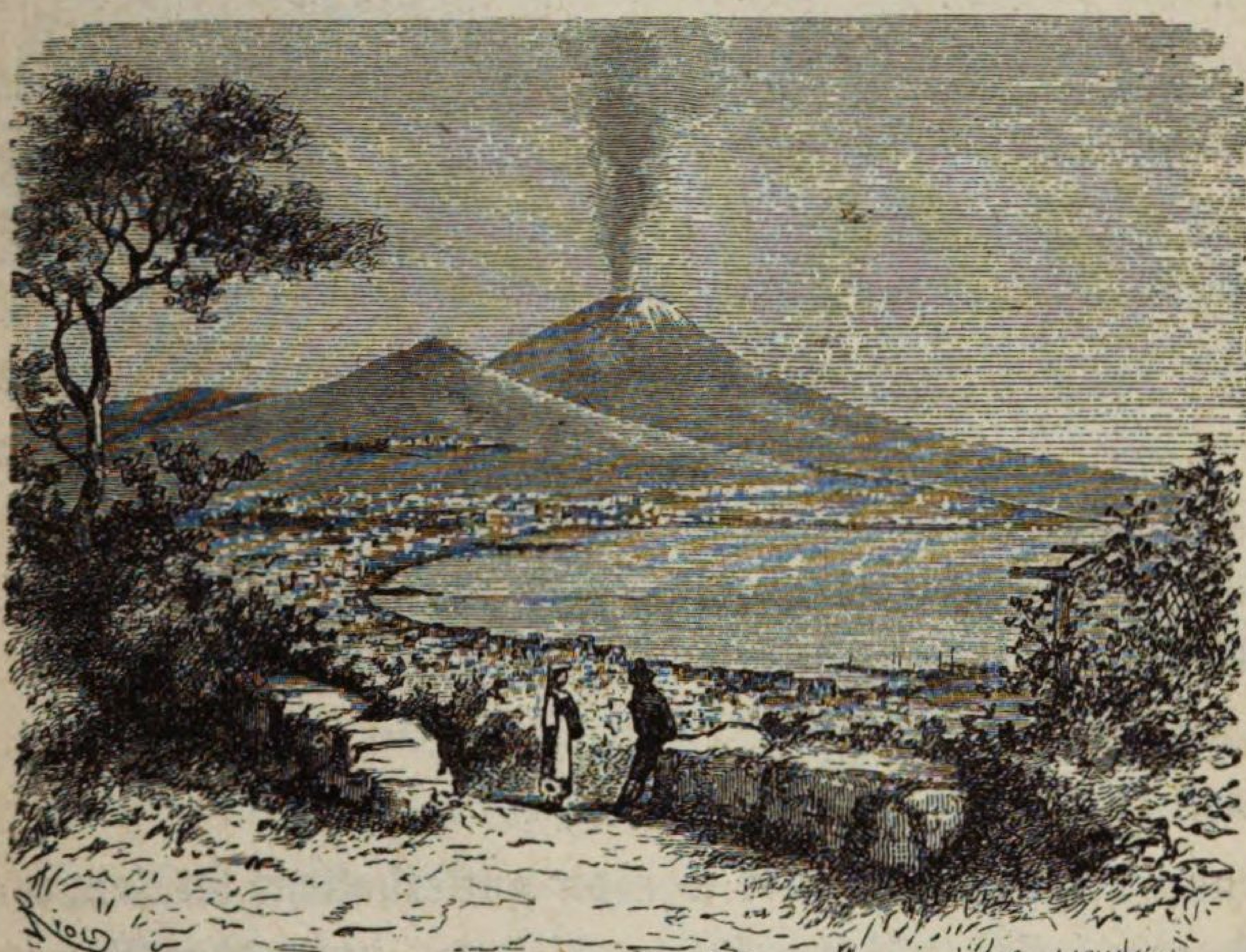


Fig. 6. Der Vesuv.

Theile ebenfalls sehr steil wird. Der erstere wird ebenfalls als ein Erhebungskrater angesehen und die Erscheinung, daß die geschichteten oberflächlichen Massen des eigentlichen Berges ganz ähnlich denen der Umgegend von Neapel zusammengesetzt sind, aus einem eigenthümlichen

hie und da Reste von Seemuscheln einschließenden Tuff bestehen, macht diese Annahme nicht unwahrscheinlich.

Westlich von Neapel finden sich als weitere Zeugen der vulkanischen Thätigkeit jener Gegend die s. g. phlegräischen Felder. Sie stellen eine Reihe von Hügeln aus Bimsstein-Tuff auf einer 3 g. Q.-M. großen Fläche

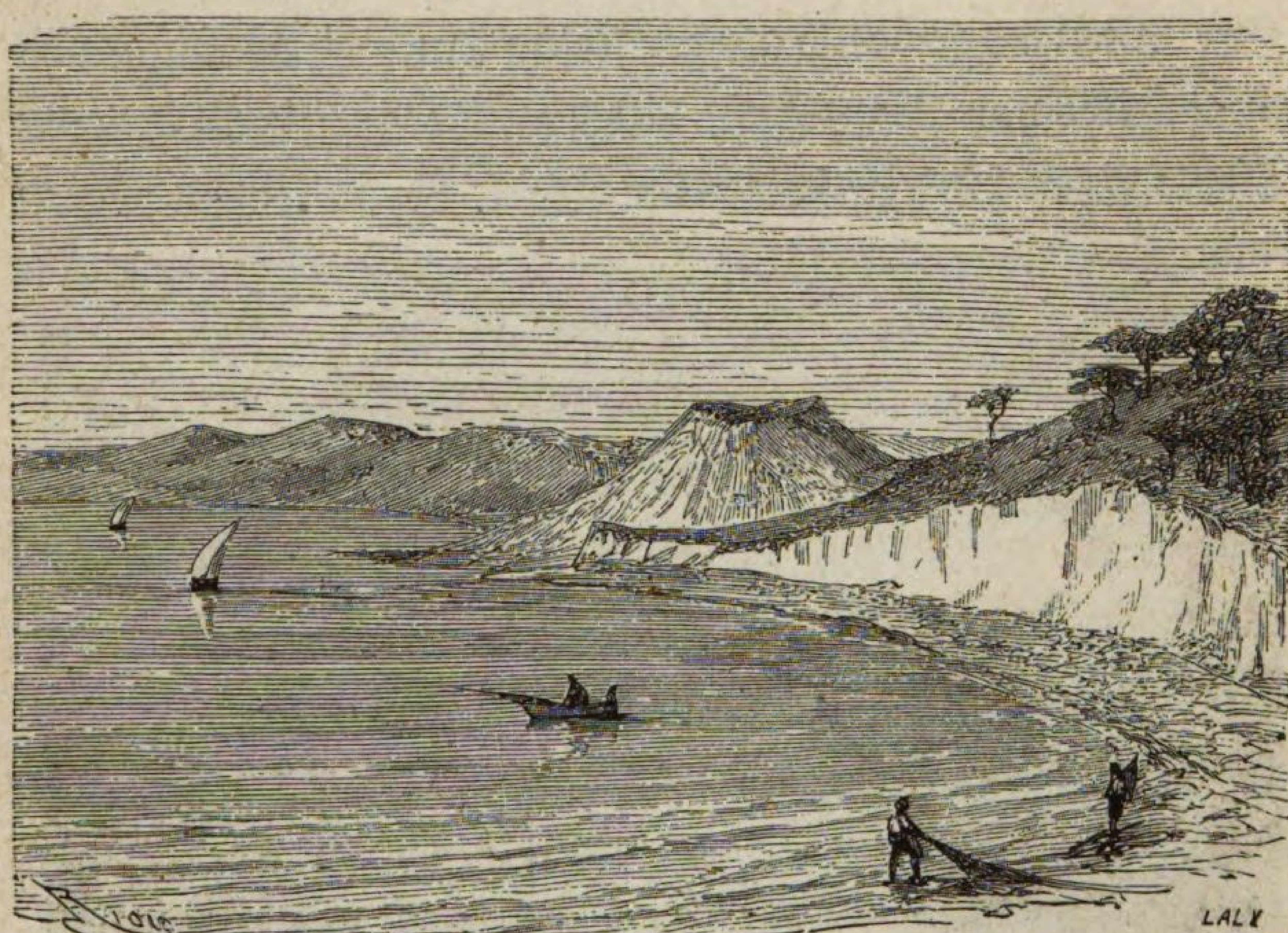


Fig. 7. Der Monte Nuovo.

dar, die 27 mehr oder weniger gut erhaltene Kratere erkennen lassen. Unter ihnen ist einer, unter dem Namen Solfatara, bekannt, der noch gegenwärtig heiße Dämpfe ausstößt, aus deren Wasser sich Schwefel ausscheidet. Ein anderer derselben hat den Namen Monte nuovo, der neue Berg, erhalten, weil er erst im Jahre 1538 sich bildete und im Verlauf von 2 Tagen zu einem 428 Fuß hohen Berge heranwuchs. Auf der Insel Ischia befindet sich der

2600 Fuß hohe Epomeo, der seit dem Jahre 1302 keine Eruption mehr gehabt hat und von Vielen als ein erloschener Vulkan angesehen wird, ebenso wie die 2 mit ihm und dem Vesuv in einer geraden Linie von 21 g. M. Länge liegenden Berge d'Ansanto und Vultur, welche zwar in historischer Zeit keinen Ausbruch mehr gehabt haben, aber als Zeichen der noch nicht völlig erloschenen vulkanischen Thätigkeit noch Gase aushauchen.

Geringer als in und bei Italien zeigen sich vulkanische Erscheinungen auf den griechischen Inseln. Zwar läßt eine größere Anzahl der unter dem Namen der Cycladen bezeichneten Inseln des Archipelagus aus der Beschaffenheit ihrer Gesteine ihre vulkanische Natur erkennen, aber nur an einer derselben, der ziemlich am weitesten nach Süden vorgeschobenen, Santorin haben sich von Zeit zu Zeit die vulkanischen Kräfte documentirt. Diese Insel bildet mit zwei benachbarten, Therasia und Aspronisi, zusammen einen unterbrochenen elliptischen Wall, einen Krater, dessen Boden noch unter dem Meere liegt. Eigentliche vulkanische Ausbrüche sind in früheren Zeiten nur zwei Mal vorgekommen, bis plötzlich im Jahre 1867 eine ziemlich mächtige Eruption aufs neue den vulkanischen Charakter dieser Insel erwies.

Entschieden gewaltiger als im Süden Europa's zeigt sich aber die vulkanische Thätigkeit im hohen Norden auf der Insel Island, wenn auch die Zahl der Vulkanausbrüche nicht größer oder selbst geringer ist, als die des italienischen Vulkanbezirkes. Vor allen anderen ist hier der Hekla zu erwähnen; im Süden der Insel, nicht sehr weit vom Meeresufer gelegen, erhebt er sich 4800 Fuß

hoch über dasselbe, hoch genug, um auf seinem Gipfel ewigen Schnee und Eismassen zu tragen, die bei seinen heftigen Eruptionen schmelzend und mit den vulkanischen Auswürflingen sich mischend, nicht wenig zur Verwüstung dieser unglücklichen Insel beitragen. Seit dem Jahre 1000 sind ungefähr 50 große und heftige Eruptionen von isländischen Vulkanen bekannt, die meisten kommen auf den Hekla, die heftigsten und in ihrer Wirkung gewaltigsten hat der Skaptar-Jökul geliefert, von denen wir später noch Näheres zu berichten haben. Ja die ganze Insel scheint ihren Ursprung vulkanischen Producten zu verdanken, die anfänglich auf dem Grunde des Meeres in abwechselnden Lagen und Schichten von Laven und Tuffen sich ausbreiteten und durch die vulkanische Thätigkeit später in die Höhe gehoben, zu Festland wurden, auf dem sich dann dieselben Bildungen wiederholten. Nirgends kann man daher diese vulkanischen Gesteine in so gewaltigen Massen und in ihren oft wunderbaren Formen studiren, wie auf jener Insel, auf der die geringe Vegetation kaum im Stande ist, nur einigermaßen das Chaos zu verhüllen und das Bild der Verwüstung zu verwischen, das diese feurigen Massen rings um sich verbreiten. Eine der mächtigsten Ablagerungen dieser Art findet sich im Innern der Insel. Mit dem Namen des Thales von Thingvellir wird der mittlere etwas eingesenkte Theil einer ungeheueren Lavaablagerung bezeichnet, die mit fast senkrechten Wänden abfallend, von ungeheueren Spalten durchzogen sind, in denen nicht selten brausende Bergwässer ihren Weg verfolgen. Die größte unter ihnen, Almanaggia, erstreckt sich ungefähr $1\frac{1}{2}$ Meilen weit und erscheint von ferne wie



Fig. 8. Der Hekla.

eine ungeheuere Festungsmauer. Zwei dieser Spalten bilden in ihrer Vereinigung einen länglich runden, circusähnlichen, nur von einer einzigen Seite durch einen schmalen Gang erreichbaren Raum, den Parlamentssaal der ältesten Bewohner. Jedes Jahr im Juli versammelte sich hier die Landesversammlung, der Althing; hier war

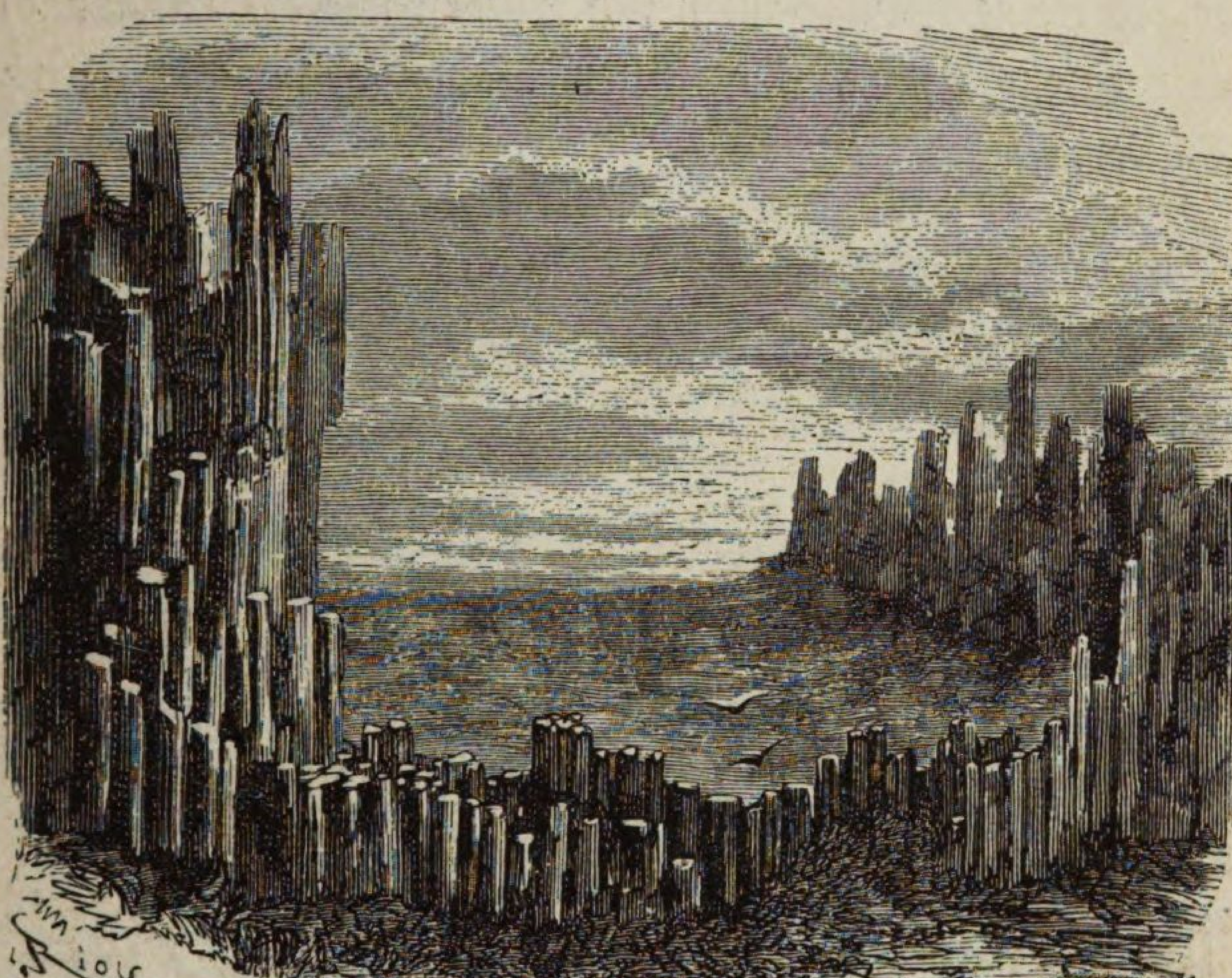


Fig. 9. Almanaggia.

es auch, wo im Jahre 1000 der Beschluß auf Annahme des Christenthums von der Majorität gefaßt wurde. In demselben Thale, oder richtiger auf derselben Lavaablagerung findet sich, den Fuß derselben Berge kühlend, welche einst der glühenden Masse Halt geboten, der tief grüne See von Thingvellir. „Ungeheuere Massen von Felsen und Laven, aufgethürmt wie die Ruinen der Welt, lagern rings um ihn her, bespült von einem Wasser so glänzend

und so grün wie polirter Malachit. Darüber reihen sich die fernen Berge, durch die eigenthümliche Durchsichtigkeit der Luft in Farben gekleidet, wie man sie in Europa sonst nicht sieht, einer über den andern sein Haupt erhebend aus dem Silberspiegel zu seinen Füßen, während in weiten Zwischenräumen aus dem Schooße ihres purpurfarbenen Leibes weiße Dampfsäulen sich erheben wie der Weihrauch von einem Altare zum stillen blauen Himmel." (Lord Dufferin.)



Fig. 10. Der See von Thingvellir.

Die Mehrzahl der Vulkane Islands liegt in einer Linie, die von SSW. nach NNO. sich hinzieht. Verfolgen wir diese Richtung über die Insel hinaus, so stoßen wir fast unter 71° nördlicher Breite auf die Insel Jan Mayen, bis jetzt der am nördlichsten gelegene Punkt, an



Fig. 11. Jan Mayen.

dem sich noch gegenwärtig die vulkanische Thätigkeit äußert. So klein diese Insel ist, so hat sie doch drei Vulkane; den ersten entdeckte Scoresby im Jahre 1817 und nannte ihn nach seinem Schiffe Esk; er ist 1500 Fuß hoch; südwestlich von diesem befindet sich ein andrer, bei derselben Expedition entdeckt; der letztere warf im April 1818 bedeutende Massen vulkanischer Asche aus, während gleichzeitig dichte Dampfwolken aus dem erstgenannten sich erhoben. Der höchste Berg der Insel, 6648 Fuß hoch, heißt der Beerenberg. Ob derselbe ein Vulkan sei, ist nicht sicher ausgemacht, die Natur der ganzen Insel, so wie seine Form machen es jedoch höchst wahrscheinlich. So vielfach auch schon die Nord-Polarländer, namentlich die über Amerika gelegenen, besucht worden sind, so hat man bis jetzt doch dort nirgends einen Vulkan entdeckt. Erst im Nordwesten dieses Continentes werden wir sie wieder, aber nicht höher als bis 60° nördlicher Breite reichend, antreffen.

Vulkane Afrika's.

Wie Europa, so ist auch Afrika arm an Vulkanen; sicher als noch jetzt thätig ist auf dem ganzen großen Erdtheile nur einer nachgewiesen worden, der kleine Vulkan von Aid an der Küste von Danakil, der im Jahre 1861 zwei heftige Eruptionen hatte, wenn schon in Shoa und an der Küste von Mozambique das Vorhandensein weiterer durch die großen Lavamassen bezeugt wird, welche dort sich finden. Dasselbe gilt auch für Abyssinien und einen Theil von Guinea. Dagegen treffen wir auf den Inseln um Afrika eine nicht unbeträchtliche Anzahl zum Theil sehr gewaltiger Vulkane.

Die Inselgruppe der Azoren ist als eine doppelte Reihe von Vulkanen zu betrachten. Auf der ziemlich in der Mitte der Inselreihe liegenden, nach S. Miguel größten derselben, der Insel Pico, findet sich der höchste Vulkan, der 7300 Fuß hohe Pico Alto. Von sämmtlichen Inseln sind Zeichen vulkanischer Thätigkeit bis in unsere Zeiten bekannt.

Eine zweite ähnliche Inselreihe bilden die Canarischen Inseln. Hier erhebt sich auf der Insel Teneriffa der schon öfter erwähnte, spitz kegelförmig zulaufende Pico de Teyde, 11,400 Fuß hoch, der höchste Berg der ganzen Inselgruppe. Ausgezeichnet sind auf dieser Insel, wie auf Canaria und Palma, die merkwürdigen, als Erhebungskratere bezeichneten, fast senkrecht abfallenden, tiefen Kratere. Auf der Insel Teneriffa fanden in dem ganzen vorigen Jahrhundert nur zwei Eruptionen Statt. Im Jahre 1704 verwüstete ein Ausbruch des Pics das Städtchen Guarrachico vollständig, indem es theils von den Lava- und Aschenmassen, ähnlich wie Herculanum beim ersten Ausbruche des Vesuvs, verschüttet wurde, theils aber auch in mächtige Spalten hinabsank, welche bei den heftigen Erderschütterungen sich bildeten, von denen die Eruption des Pics begleitet war. Der bei weitem größte Theil der Einwohner des Städtchens verlor dabei sein Leben, einige wurden von der Erde verschlungen, andere von den schädlichen Dämpfen, die der Vulkan ausstieß, erstickt, wieder andere von dem Steinhagel erschlagen, der weithin um den Berg sich verbreitete. Fast ein Jahrhundert wurde die Ruhe dieser Insel nicht gestört, bis im Jahre 1798 von einem Nachbarn des Pics, der sich mit



Fig. 12. Der Pico de Teyde.

ihm auf einer gemeinschaftlichen Basis erhebt, dem Chahorra, dieselbe durch einen ebenfalls sehr heftigen Ausbruch getrübt wurde, jedoch ohne so schlimme Folgen, wie bei demjenigen des Pics im Jahre 1704.

Die Capverdischen Inseln scheinen sämmtlich vulkanischen Ursprungs. Eine dieser Inseln, Fuego, enthält einen 8600 Fuß hohen Vulkan, Pic de Fuego, der in den Jahren 1785 und 1799 seine letzten Eruptionen gezeigt hat; weite Kratere, Aschenkegel und Lavaströme finden sich auch auf den anderen Inseln dieser Gruppe. Noch weiter von dem afrikanischen Festlande entfernt liegt schon südlich vom Aequator die Insel Ascension; bis zu 2700 Fuß sich erhebend, ist sie angefüllt von Lavaströmen und den gewöhnlichen Auswurfsstoffen der Vulkane. Noch weiter südlich treffen wir auf die Insel St. Helena, ein ausgestorbener Vulkan, bekannt durch das Aussterben eines anderen Vulkanes auf ihr. Nach Darwin stellen die Felsen und Zacken dieser Insel den Rand eines ungeheueren Kraters dar, theilweise 1800 Fuß hoch, der auf seiner südlichen Seite zerstört ist, in dessen Mitte sich ein neuerer Vulkan erhoben hat, dessen Erzeugnisse den älteren Krater fast ganz ausgefüllt haben. Am weitesten vom Festlande entfernt, 350 g. M. westlich vom Cap der guten Hoffnung, liegt die Insel Tristan da Cunha mit einem 7800 Fuß hohen Vulkane. Wie auf der Westseite, so treffen wir auch auf der Ostseite von Afrika vulkanische Inseln. Am stärksten zeigt sich die vulkanische Thätigkeit auf der Insel Bourbon, die als ein großer Vulkan mit verschiedenen Krateren anzusehen ist, der bis zu 7800 Fuß Höhe emporragt. Einer dieser Kratere ist in ununterbrochener Thätig-

keit. Die ganze Insel scheint durch die vulkanischen Massen nach und nach entstanden zu sein, die in verschiedenen Zeiten aus verschiedenen Oeffnungen hervorbrachen und noch fortwährend die Insel vergrößern, die in ihrem Inneren eine ungeheuere Masse von Lavazacken, tiefen Schlünden und Krateren erkennen läßt. In der bezeichnendsten Weise zeigt diese Beschaffenheit die unter dem Namen Grand-Brûlé bekannte Strecke der Insel; eine wüste, jeder Spur von Vegetation ermangelnde, geneigte Ebene, übersät mit spitzen und scharfen Erhöhungen, zieht sie sich meilenweit hin, jedes Jahr von Neuem verändert von neuen über sie hinströmenden Lavaergüssen, die bald hierhin, bald dahin fließen und nichts Lebendiges aufkommen lassen.

Auch die zweite größere Insel aus der Gruppe der Mascarenen, die Insel Mauritius, ist vulkanischer Bildung. Sie stellt nach Darwin einen elliptischen gewaltigen, im kleineren Durchmesser 3 g. M. zeigenden basaltischen Erhebungskrater dar, in dessen Mitte sich noch Reste neuerer Kratere finden, aus denen gewaltige Lavaströme sich ergossen und ihren Weg zum Theil in das Meer genommen haben. Ausgezeichnet durch seine ungemein spitze Form ist die unter dem Namen Piton bekannte größte Erhebung der vulkanischen Massen.

Wie auf diesen kleineren Inseln, so finden sich auch auf der Insel Madagascar einige vulkanische Berge, und auch die Comoro-Insel, zwischen dem Nordende von Madagascar und dem Festlande von Afrika, wird als eine vulkanische bezeichnet. Im Osten Afrika's, im südlichen Theile des rothen Meeres, finden sich ebenfalls noch einige Vulkane auf Inseln, deren südlichste die Perim-

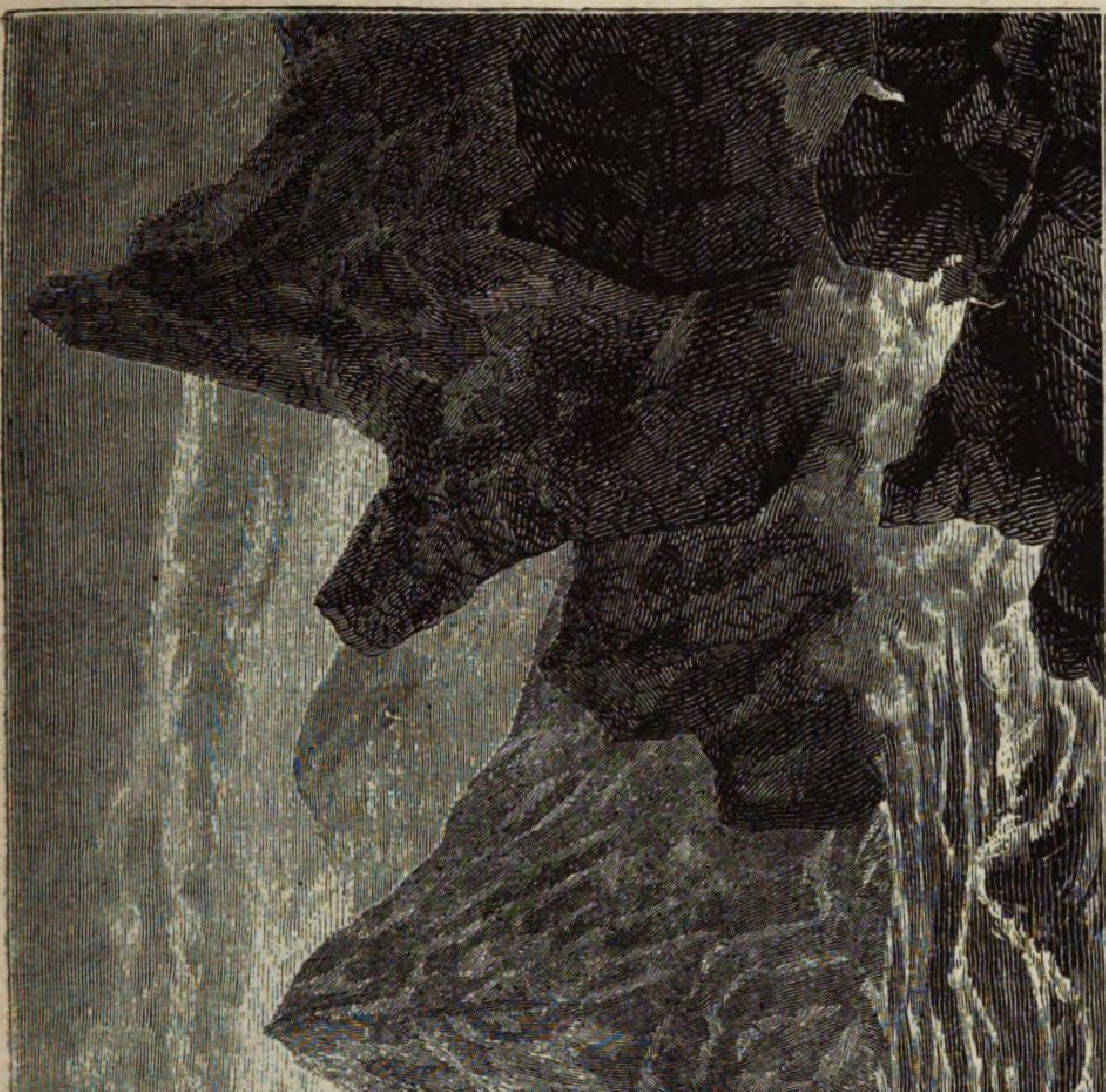


Fig. 13. Vulkanische Felsen von St. Helena.

Insel, die nördlichste Jeir ($15^1/_2{}^0$ nördl. Br.) ist. Auf einer der zwischen diesen beiden liegenden Inseln ist ein 840 Fuß hoher, beständig dampfender Vulkan; 1846 fand auf einer andern Insel dieser Gruppe noch eine heftige Eruption Statt.

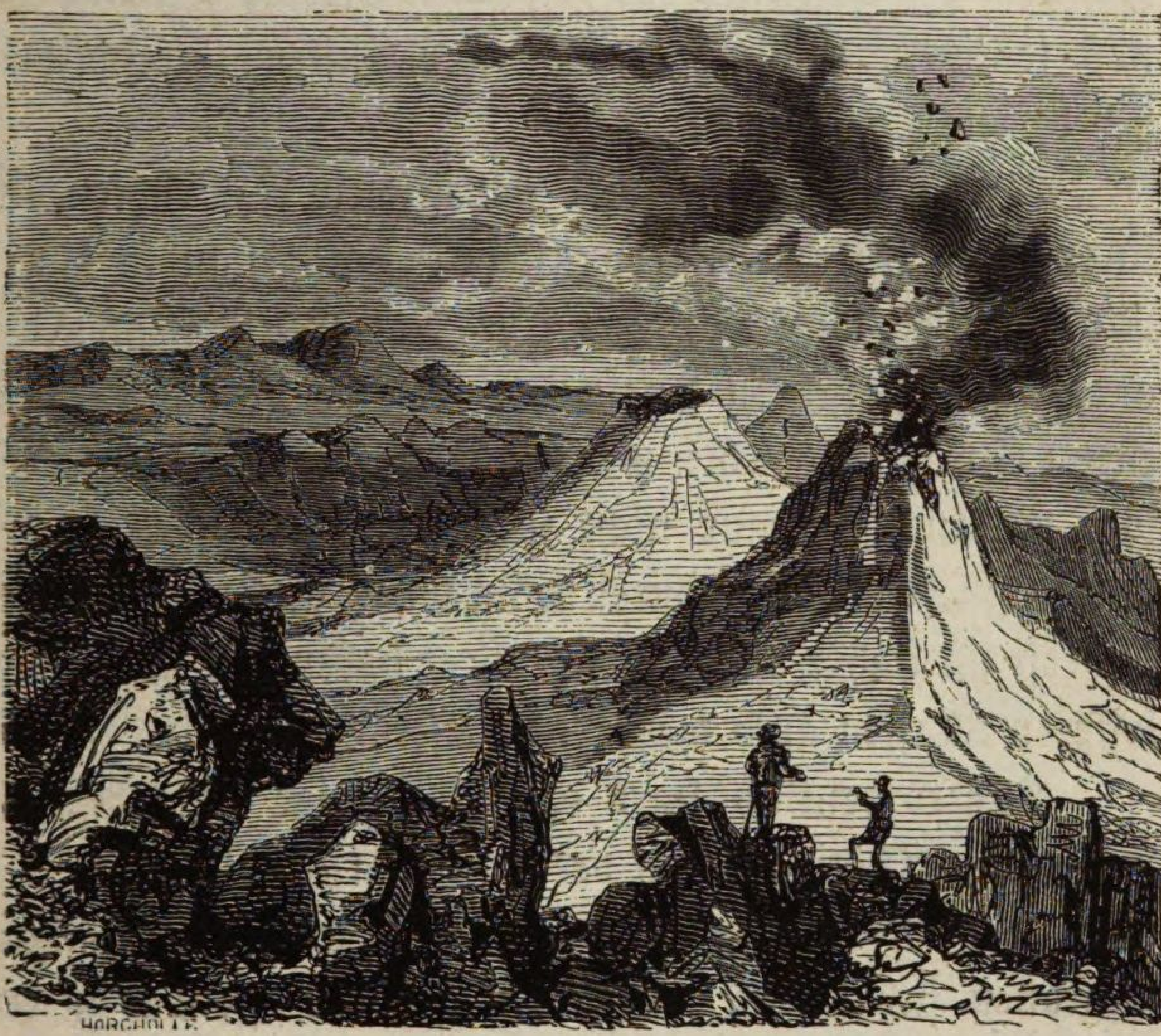


Fig. 14. Vulkan der Insel Bourbon.

Vulkane Asien's.

Wie Afrika, so ist auch das feste Land von Asien arm an noch jetzt thätigen Vulkanen, wenn schon an vielen Punkten die sichersten Zeichen einer zum Theil außerordentlich gesteigerten vulkanischen Thätigkeit, wie auch ungewöhnlich große Lavaströme und Kratere zu beobachten sind. So ist Kleinasien, Arabien, Persien, Armenien und

die Länder des Kaukasus sehr reich an solchen s. g. erloschenen Vulkanen. Der einzige unter ihnen, von dem eine Eruption bekannt ist, wurde schon erwähnt, als von der Mißlichkeit des Urtheils, daß ein Vulkan erloschen sei, die Rede war, es ist dies der 16,230 Fuß hohe große Ararat. Auf dem östlichen Ufer des kaspischen Meeres soll auch ein noch thätiger, beständig dampfender Vulken, Abischtscha, sich befinden.

Nach japanesischen und chinesischen Nachrichten befinden sich tief im Innern Asiens, fast genau in seiner Mitte, zwei Vulkane, der eine Namens Peschan, der andere als Hotscheou bezeichnet. Keiner ist bis jetzt von einem Europäer gesehen worden, so daß ihre Existenz oder ihre vulkanische Natur nicht sicher festgestellt ist. In der nordwestlichen Mandschurei befindet sich auch ein Vulkan, der erst im Jahre 1721 sich gebildet haben soll und neben lockeren Massen auch mehrere Lavaströme lieferte.

Außerordentlich stark entwickelt zeigt sich aber die vulkanische Thätigkeit auf der Halbinsel Kamtschatka, wo eine ganze Reihe von hohen, noch gegenwärtig thätigen Vulkanen sich findet. Dieselben gehören offenbar zu der Vulkanenreihe, welche den großen Ocean umsäumt, die wir sogleich näher betrachten werden, und zwar zunächst in ihrem westlichen Theile, der zum Theil auf dem Festlande, größeren Theils aber auf den ostasiatischen Inseln seinen Sitz hat.

Vulkane Kamtschatka's. Auf der Ostseite dieser 150 Meilen langen Halbinsel kennt man nicht weniger als 21 Vulkane, alle mehr oder weniger thätig, während sich westlich von ihnen in der Mitte der Insel eine zweite

Reihe längst erloschener Vulkane hinzieht, eingehüllt von einer großen Masse lockerer, ihren Krateren entstammender loser Auswürflinge. Der höchste von ihnen ist der Kliutschewskaja-Sopka, 14,790 Fuß hoch, unter 56°, 8′ nördl. Br. liegend, in beständiger Thätigkeit, die sich hie und da zu furchtbaren Ausbrüchen steigert. Die Höhe der übrigen, so weit sie bekannt ist, schwankt zwischen 6330 und 11,000 Fuß. Als ein ebenfalls ununterbrochen dampfender Vulkan erscheint der Awatschinskaja-Sopka, der seltner stärkere Eruptionen zeigt, jedoch in den Jahren 1737 und 1827 ungewöhnlich heftige, von starken Erdbeben begleitete hatte. Von der Südspitze Kamtschatka's aus setzt nun dieser ungeheuere Vulkanengürtel über die Inseln Ostasiens hin nach Süden in eigenthümlichen Krümmungen bis auf die Sundainseln fort, wo er, einen Ausläufer nach Westen sendend, sich nach Osten wendet und nun in einem weiten Bogen, Neuholland umfassend, bis nach Neu-Seeland sich verfolgen läßt. Als eine unmittelbare Fortsetzung der Kamtschatkischen Vulkanenreihe ist die der Kurilischen Inseln anzusehen, indem beide zusammen eine einzige sanft nach Osten bogenförmig gekrümmte Linie von 230 Meilen Länge bilden. Auch die Zahl der Vulkane ist gleich; es werden auch auf den Kurilen 20 Vulkane erwähnt. Die thätigsten, noch jetzt beständig dampfenden finden sich auf den Inseln Rankoko, Mataua und auf der größten der ganzen Inselgruppe, auf Iturup. Einige werden als „sehr hoch" bezeichnet, doch fehlen genauere Angaben für alle.

Sehr wenig bekannt ist nun die weitere Fortsetzung der Vulkanenreihe im Japanischen Inselreiche.

Auf der Insel Jeso erheben sich 17 Kegelberge, die man für erloschene Vulkane hält; auf Nipon sollen 6, auf der südlichsten der größeren Inseln, Kiusiu, 5 thätige Vulkane sich finden; von einigen derselben sind Eruptionen bekannt. Der höchste ist der mit Schnee bedeckte Fusi-Yama, von 12,000 Fuß Höhe, im Golf von Yeddo, der

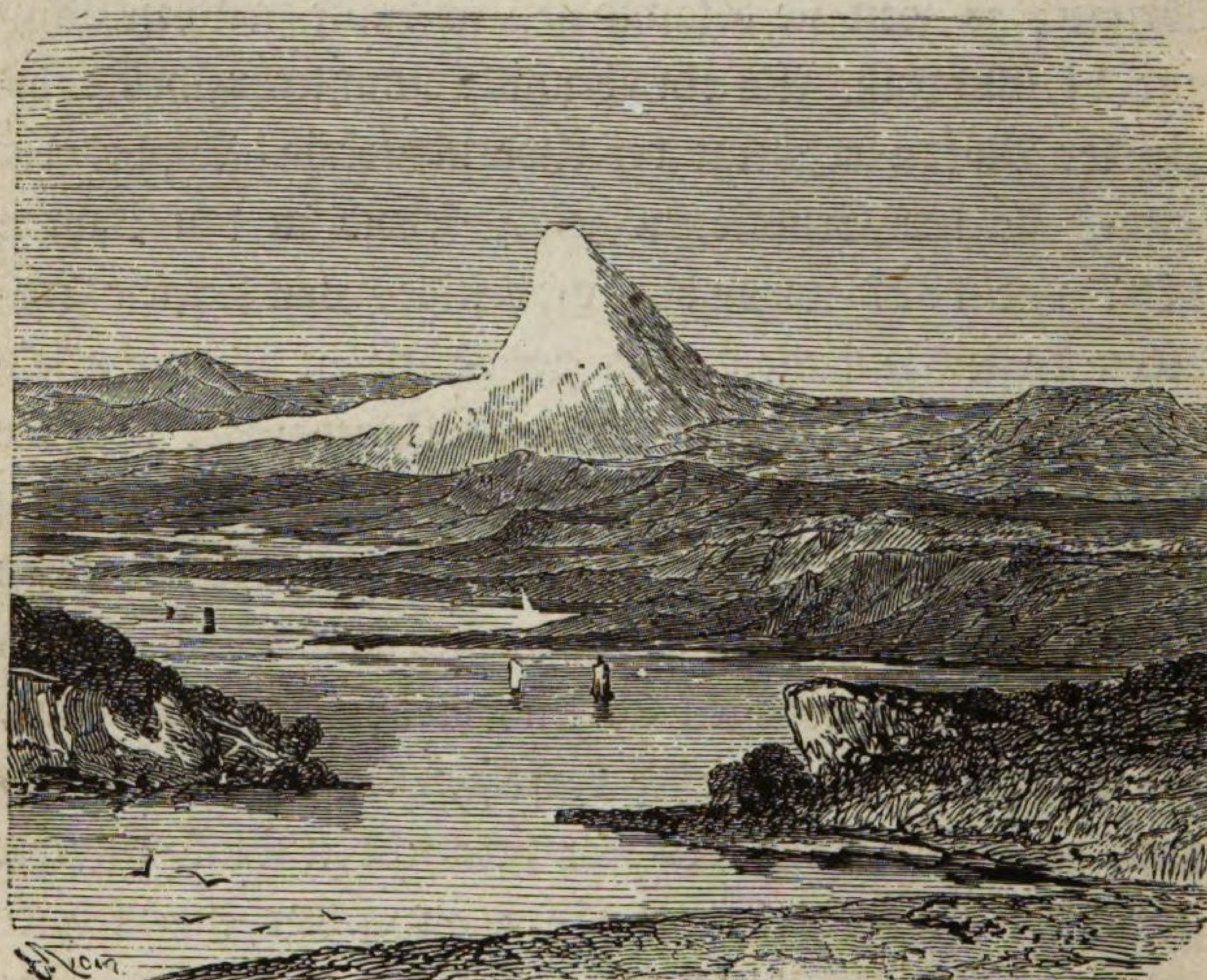


Fig. 15. Fusi-Yama im Golf von Yeddo.

nach den Nachrichten der Japanesen erst im Jahre 286 v. Chr. sich gebildet haben soll. Nördlich von ihm befindet sich der Asama-Yama, der im Jahre 1783 eine gewaltige Eruption hatte und sich seitdem noch nicht völlig beruhigt hat. Bei Yeddo zweigt sich nun von dem großen Vulkanengürtel ein kleinerer direct nach Süden sich wendender Ast ab, der mit den drei vulkanischen Inseln Vries, Nokisima und Fatsisio beginnend, nach weiteren Unter-

brechungen sich in den Bonin-Inseln, den weiter südlich gelegenen Volcanos fortsetzt und in den Marianen sein Ende erreicht. Die Hauptreihe dagegen wendet sich mehr südwestlich nach der Insel Formosa, von wo sie wieder fast genau in nordsüdlicher Richtung über die Philippinen und Molukken über 30 Breitegrade sich erstreckt bis zur Insel Nila unter 7° s. Br. Die Vulkane dieser Inselgruppen sind uns auch nur unvollkommen bekannt, doch ist ihre Zahl eine nicht unbeträchtliche; 4 werden auf der Insel Formosa erwähnt, 2 auf den kleineren, zwischen ihr und Luzon oder Manila gelegenen Inselchen. Auf dieser letzteren ist nun die vulkanische Thätigkeit außerordentlich stark entwickelt. In dem kleineren südlichen halbinselartig sich abzweigenden Theile derselben finden sich längs eines Küstenstriches von 30 M. Länge 10 Vulkane, deren bedeutendster den Namen Ysarog führt, nördlich wie südlich von der Hauptstadt Manila werden noch je 2 Vulkane aufgeführt; außer einigen kleineren auf den kleineren Inseln gelegenen werden auf den größeren eine beträchtlichere Anzahl erwähnt, 3 auf der südlich von Manila gelegenen Insel Mindanao, dann setzt sich die Reihe der Vulkane auf die Insel Sangir, Celebes und die Molukken fort. In dem nördlichsten und östlichsten Ausläufer dieser merkwürdig zerrissenen Insel werden nicht weniger als 11 Vulkane genannt, die zwischen 4500 und 6000 Fuß hoch sind. Weiter östlich finden sowohl auf der größten der Molukken, Dschilolo, wie auf den kleineren sie umgebenden Inseln mehrere Vulkane, die zum Theil noch in diesem Jahrhundert Eruptionen gezeigt haben. Auch auf der westlichsten Spitze von Neu-Guinea wurde ein Vulkan entdeckt.

Die Reihe der Molukken läßt sich noch weiter südwärts verfolgen und zeigt sich in den Vulkanen, die auf der Insel Amboina, auf der kleineren Insel Banda, welche einen 1800 Fuß hohen beständig dampfenden Vulkan Api besitzt, und auf Serua sich finden, sowie in der Solfatara, welche auf der kleinen Insel Nila vorhanden ist. Hier stößt diese lange Vulkanenreihe zusammen mit einer anderen, welche westwärts und später nordwestlich über die Sundainseln bis in den Meerbusen von Bengalen sich erstreckt und ostwärts um Australien herum bis nach Neuseeland verfolgt werden kann, deren beide Theile wir als die Vulkanenreihe der Sundainseln und als australische Reihe näher betrachten wollen.

Vulkanenreihe der Sundainseln.

Westlich und etwas südlich zugleich von der zuletzt genannten Vulkaneninsel Nila finden wir die Insel Damme, auf der ebenfalls ein beständig dampfender kleiner Vulkan sich befindet; ein erloschener liegt auf dem nordöstlichsten Theile von Timor. Weiter westlich folgen dann 2 Vulkane auf der Insel Lomblem und der nördlich von ihr liegenden noch kleineren Insel Komba; beide waren im Jahre 1849 thätig, der letztere hatte sogar in diesem, wie in den folgenden Jahren bedeutende Eruptionen. Auf der Insel Flores kennt man 6 Vulkane, einen auf der kleinen Gunung-Api (malayisch: brennender Berg) nördlich von Sumbawa. Auf dieser Insel ist der durch seine furchtbaren Verheerungen im Jahre 1815 berüchtigt gewordene Tomboru oder Tambora, welcher eine Höhe von 8490 Fuß hat, vor dieser Eruption aber um 4000

Fuß höher gewesen sein soll. Auf der Insel Lombok ist einer der größten Vulkane des indischen Inselgebietes der Gunung-Radjani, 11,600 Fuß hoch, und noch 2 Vulkane finden wir, einen östlich von der Insel Bali, einen auf ihr, ehe wir zu der Insel gelangen, auf welcher die vulkanische Thätigkeit großartiger und intensiver sich zeigt, als an irgend einem anderen Punkte, der Insel Java. Junghuhn,

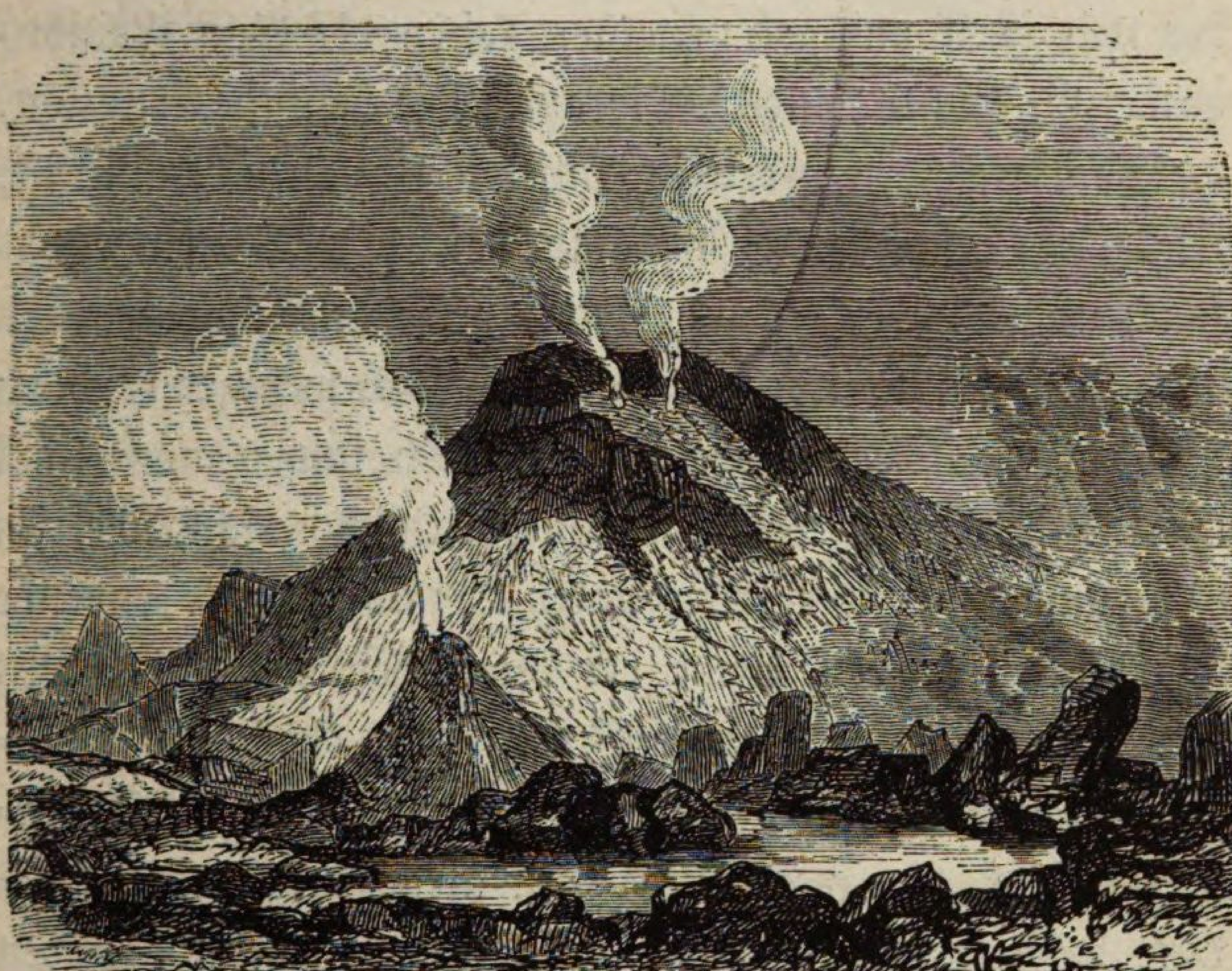


Fig. 16. Gunung Tengger.

der eine vortreffliche Schilderung dieser Insel gegeben, führt 44 Vulkane auf derselben auf, und es ist wohl möglich, daß auch er nicht alle kennen lernte. Der höchste ist der in der östlichen Hälfte der Insel liegende Gunung-Semeru, 11,480 Fuß hoch, mit einem 3000 Fuß hohen, aus ganz feinen sandartigen Massen bestehenden Aus-

wurfskegel. Eine ziemliche Anzahl gibt es noch, welche über 10,000 Fuß hoch emporragen, die niedrigsten haben zwischen 4500 und 6000 Fuß Höhe. Die meisten sind ausgezeichnet durch ihre gewaltig weiten Kratere, wie der Gunung-Tengger, dessen Krater einen Durchmesser von 1 g. M. hat.

Unter seinem Gipfel hat sich von 1838—1842 ein kleiner See von heißem und saurem Wasser gebildet. Als die thätigsten und gefürchtetsten gelten der Gun. Lamongang, G. Guntur und G. Merapi. Die heftigste Eruption, welche übrigens von den javanischen Vulkanen bekannt ist, zeigte 1772 der G. Pepandajan, durch welche ein Landstrich mit 40 Dörfern vollständig verschüttet wurde.

Nun folgt, wenn auch beträchtlich weniger reich an Vulkanen, als die Insel Java, doch immer noch stark entwickelt, der allmählich rein süd-nördlich verlaufende, im Meerbusen von Bengalen unter 15° nördl. Br. endende Theil der indischen Reihe der asiatischen Vulkane. Mit den 2 kleineren Vulkanen-Inseln Pulu-besi und Pulu-tuboan in der Sundastraße beginnend, zieht sie sich zunächst durch die große Insel Sumatra, auf der 19 Vulkane bekannt sind. Einer der höchsten ist der im Süden der Insel gelegene G. Dempo, 10,000 Fuß; noch höher, aber bis jetzt nicht genau gemessen, ist der in der letzten wiederholt Rauchsäulen ausstoßende G. Indrapura. Nördlich von Sumatra zeigt sich die vulkanische Thätigkeit mit weiten Zwischenräumen auf einigen kleineren Inseln, nehmlich auf der schon oben pag. 8 beschriebenen Barren-Island, dann nördlich davon an der Küste von Arracan auf den Inseln Narcondam und Reguain.

Australische Reihe.

Noch schwächer als im westlichen Theile der Vulkanenreihe der Sundainseln zeigt sich der Vulkanismus um den Kontinent von Australien herum. Auf der Insel Neu-Guinea sind bis jetzt, und zwar auf ihrem Nordrande, 3 Vulkane bekannt, ebenso 2 an der Westspitze und auf der Ostseite von Neu-Britannien. Sonst finden sie sich nur noch auf der Inselgruppe von Sta-Cruz, den Neu-Hebriden; zwischen diesen und Neuseeland liegt noch der Vulkan Mathew und unmittelbar an Neuseeland der Vulkan von White-Island. Auf Neuseeland gibt sich, wie auf Island, die vulkanische Thätigkeit in den mächtigen heißen Quellen zu erkennen, die, wie auf Island, durch ihre schneeweißen gewaltigen Absätze von Kieselmassen ausgezeichnet sind; von thätigen Vulkanen ist bis jetzt nur einer, der 5630 Fuß hohe Tongeriro, gefunden worden.

Vulkane Amerika's.

Wir haben schon erwähnt, daß ein ungeheuerer Vulkanengürtel gleichsam wie ein feuriger Kreis sich um den großen Ocean herumlege und haben den westlichen Theil derselben in dem Vorhergehenden näher betrachtet. Die östliche Hälfte desselben verhält sich ganz anders, als die westliche; während nehmlich auf dieser fast alle Vulkane auf Inseln sich finden, zeigen sie sich auf der östlichen mit wenig Ausnahmen auf dem Festlande von Amerika, von seiner südlichsten Spitze bis hinauf zu dem hohen Norden, nicht weit von der Küste sich entfernend. Auch diese Reihe ist uns nur unvollkommen bekannt; ein großer Theil der

Länder, die sie durchzieht, ist noch so wenig erforscht, daß wir über das Vorhandensein oder Fehlen von Vulkanen in ihnen wenig zuverlässige Nachrichten besitzen, dies gilt namentlich für den Anfang und das Ende dieser Reihe im Süden und im Norden. Zwar hat man an den Patagonischen Küsten große Lavaströme gesehen, aber die Kratere sind unbekannt, denen sie entsprungen; erst mit Chili beginnt eine nähere Kenntniß der Vulkane und zwar zunächst mit dem unter $43^1/_2{}^0$ südl. Br. gelegenen Vulkan Janteles. Von diesem an zieht sich in gerader Linie fast genau von Süden nach Norden die Reihe der Chilenischen Vulkane bis zum Vulkan von Coquimbo hin; manche von ihnen erheben sich nicht höher als 6—7000 Fuß, doch findet sich unter ihnen auch der 21,770, nach anderer Messung sogar 22,434 Fuß hohe Aconcauga; als der thätigste, beständig dampfende wird der 8620 Fuß hohe sehr spitz kegelförmige Vulkan von Antuco bezeichnet. Sind die Nachrichten zuverlässig, so würden 32 Vulkane in diesem 300 Meilen langen Theile der amerikanischen Reihe vorhanden sein. Nun folgt eine von Vulkanen freie Strecke von etwa 90 g. M., in welche die durch ihren Reichthum an Kupfererzen berühmte Wüste Atakama fällt. Wo die bisher von Süden nach Norden laufende Kette der Anden sich nach Nordwesten richtet, treten die Feuerberge von Neuem auf; Bolivia und Peru durchziehend, finden wir auf einer Linie von 140 Meilen 15 Vulkane. Im Süden Bolivia's erhebt sich der noch thätige Vulkan Gualatieri, am nächsten beisammen stehen sie in der Gegend von Arequiba, das 6 solche schlimme Nachbarn hat, deren einer, Uvinas, im 16. Jahrhundert die Stadt unter einer

ungeheueren Menge vulkanischer Asche begrub. Nun kommt abermals eine von Vulkanen leere Strecke des Gebirges von 225 Meilen Länge, aber dann zeigt sich zu beiden Seiten des Aequators ein Reichthum von Vulkanen, wie er nirgends sonst in den Anden beobachtet wird, 18 liegen allein um Quito herum, 10 von ihnen sind noch gegenwärtig in Thätigkeit. Die Stadt selbst ist am Fuße eines derselben erbaut, des Pichincha, ausgezeichnet durch seinen merkwürdig zerrissenen Krater und berühmt durch die Besteigung und Beschreibung A. v. Humboldt's. Ein ungeheuerer Krater nimmt die Spitze des mittelsten Hornes des in 3 höhere Spitzen auslaufenden, 14,946 Fuß hohen Berges ein, „unzugänglich durch ungeheuere Tiefe und durch senkrechten Absturz der Ränder nach innen, blickt man von ihnen auf die Gipfel der Berge hinab, die aus dem theilweise mit Schwefeldampf gefüllten Kesselthal emporragen. Einen wunderbareren und großartigeren Naturanblick habe ich nie genossen.“ Im 16. Jahrhundert erfolgten mehrere heftige Eruptionen aus demselben. Die Vulkane dieses Theiles der südamerikanischen Reihe liegen zum Theil auf 2 einander parallel laufenden Linien, bilden also, wie dies öfter beobachtet wird, eine Doppelreihe von feuerspeienden Bergen; die östliche beginnt im Süden mit dem gleich Stromboli immer thätigen 16,080 Fuß hohen Sangay. Weiter nach Norden folgen dann der nach indianischer Tradition einst höher als der Chimborasso aufragende, aber durch einen Einsturz seines Gipfels auf 16,380 Fuß Höhe erniedrigte Capac-Uru, der Cotopaxi, Antisana (18,000 Fuß hoch) und andere von fast gleicher Höhe. Die westliche Reihe eröffnet der 20,100 Fuß hohe

Chimborazo; wir erwähnen aus ihr nur noch den schon genannten Pichincha und an ihrem nördlichen Ende den Vulkan von Pasto. Es sind jedoch nicht alle Vulkane des Hochlandes von Quito in diesen Reihen enthalten, zwischen ihnen finden sich auch noch einige Vulkane nachbarlich neben einigen der genannten liegend. Von Pasto aus vereinigen sich die beiden Vulkanenreihen wieder zu einer



Fig. 17. Der Sangay.

einzigen, die rechts und links von 2 nicht vulkanischen Bergketten begleitet ist. 6 paarweise einander nahe liegende Vulkane sind es, mit welchen in dem Paramo de Ruiz die südamerikanische Vulkanenreihe unter 5^0 nördl. Br. endigen.

Vulkane Nordamerika's.

Während die riesigen Vulkane Südamerika's seit langer Zeit bekannt sind, haben wir die des südlichen Theils von Nordamerika erst in den letzten Jahrzehnten vorzugsweise durch die Reisen M. Wagner's, C. Scherzer's und des Nordamerikaners Squier etwas genauer kennen gelernt; weniger bekannt sind uns die nördlich von Mexico gelegenen. Die uns besser bekannten südlicheren bilden 2 Reihen. Die eine folgt in ihrer Richtung derjenigen des Gebirges; es ist dies die in Centralamerika sehr mächtig entwickelte Vulkanenreihe, die andere, die mexicanische, durchkreuzt erstere fast unter einem rechten Winkel. Eine sehr große Anzahl von Vulkanen zeigt sich in jener ungemein reichen Reihe; gegen 50 sind jetzt schon bekannt, die sich vorzugsweise um den See von Nicaragua und westlich von der Stadt Guatemala zusammenschaaren. Sie sind sämmtlich niedriger als die südamerikanischen. In der Republik Costarica erheben sie sich noch bis zu 11,700 Fuß Höhe, während sie um den Nicaragua-See in der Republik Salvador sich zwischen 2000 und 7000 Fuß hoch zeigen, um dann in Guatemala wieder bis zu einer Höhe von 12,700 Fuß anzusteigen. Am bekanntesten haben sich gemacht der am Meere unter 70^{0} westl. L. liegende Cosiguina durch seine furchtbare Eruption 1835 und der erst im Jahre 1770 entstandene, fortwährend thätige und wachsende Isalco, der sich an der Küste Salvadors bereits zu einer Höhe von 2500 erhoben hat. Der nördlichste Vulkan dieser Reihe ist der Vulkan von Soconusco, unter 75$^{1}/_{2}$^{0} westl. L., nördlich von der Bay gleichen Namens, der durch einen 85 Meilen vulkanfreien Zwischenraum

getrennt ist von einem der Vulkane der zweiten vorhingenannten Reihe, der mexicanischen.

Diese durchkreuzt die eben geschilderte bogenförmig von SSO. nach NNW. laufende centralamerikanische, indem sie fast genau von Westen nach Osten von den Ufern des großen Oceans bis an die Küsten des mexicanischen Meerbusens sich hinzieht. 12 größere Vulkane sind auf dieser 140 Meilen langen Reihe vorhanden. Der westlichste ist der Kolima, 11,260 Fuß hoch, der östlichste der Tuxtla, 5118 Fuß hoch; ziemlich in der Mitte liegt der 16,626 Fuß hohe Popocatapetl, südöstlich von der Stadt Mexico. Weit über die Schneeregion emporragend und wenn er nicht gerade einen Ausbruch hat, selbst in einen glänzenden Schneemantel eingehüllt, ist er weithin sichtbar und erscheint an allen Punkten des mexicanischen Hochlandes hoch über dem Horizonte. Oft äußerst lange Pausen in seiner Thätigkeit machend, war er gerade zur Zeit der Eroberung Mexico's durch Cortez in großer Thätigkeit. Gerade in diese Zeit fällt auch seine erste Ersteigung durch einige Edelleute aus dem Gefolge des Cortez. Dieser ermunterte sie selbst in ihrem Vorhaben, um den Eingeborenen zu zeigen, daß nichts im Stande sei, den Spaniern unüberwindliche Hindernisse entgegenzusetzen; es lag ihm um so mehr daran, als die Mexicaner glaubten, der Berg sei eine Gottheit und bringe jedem den Tod, der ihn zu besteigen wage. Die kühnen Besteiger kamen auch nahe dem Krater, mußten aber dann umkehren, wenn sie nicht der Gefahr unterliegen wollten, von den erstickenden Dämpfen und dem glühenden Aschenregen getödtet zu werden. Als Trophäen

brachten sie einige Klumpen Eis mit, allerdings eine seltene Erscheinung für die Bewohner jener Länder, und für die Mexicaner eine gesteigerte Furcht vor den kühnen Fremden, die mächtiger erschienen als ihre Götter. Ein Bericht über dieses Unternehmen wurde an Karl V. geschickt, und der Anführer der Expedition, ein Hauptmann Ortaz, erhielt die Erlaubniß, zum Andenken an dieselbe einen brennenden Berg in seinem Wappen zu führen.

Seitdem ist derselbe noch öfter bestiegen worden. Sein Krater stellt ein weites, kreisrundes Becken dar, von senkrechten Wänden gebildet, die theils aus röthlichen, theils schwarzen Lagen gebildet sind. Ueber denselben erheben sich 2 mit Schnee bedeckte Spitzen.

Näher an der östlichen Küste des Landes liegt der regelmäßig kegelförmig geformte, mit einem stark abgestumpften Gipfel versehene Citlaltepetl oder Vulkan von Orizaba, dessen Höhe nach A. v. Humboldt 16,500, nach anderen selbst 18,000 Fuß beträgt. In der neueren Zeit ist er von Baron Müller bestiegen worden, auch sein Krater ist von jäh abfallenden Wänden gebildet, auf seinem Boden erheben sich verschiedene kleine Kegel. Als ihn Baron Müller sah, war der ganze Kraterboden mit Schnee bedeckt, zum sicheren Zeichen, daß in seiner Thätigkeit eine Pause eingetreten war.

Wenig ist uns von den Vulkanen des am stillen Ocean nördlich von Mexico sich hinziehenden Theiles von Nordamerika bekannt, wie ja überhaupt diese weiten Ländermassen noch wenig erforscht sind. 2 Vulkane werden auf der Halbinsel von Kalifornien angegeben; 7 sollen auf der Kaskadenkette im Oregongebiete liegen. Auch der nach

einigen 14,000, nach anderen 16,000 Fuß hohe Eliasberg ist vulkanischer Natur, obwohl eine Eruption nicht bekannt ist. Dagegen zeigt eine bedeutende Thätigkeit der unter 62° nördl. Br. gegen 40 Meilen vom Meere entfernte Wrangell. Noch einmal werden die Vulkane sehr zahlreich auf der Halbinsel Aläska und der Inselreihe der Aleuten, die uns unmittelbar zu der asiatischen Vulkanenreihe hinüberführt. 5 Vulkane liegen auf jener Halbinsel,

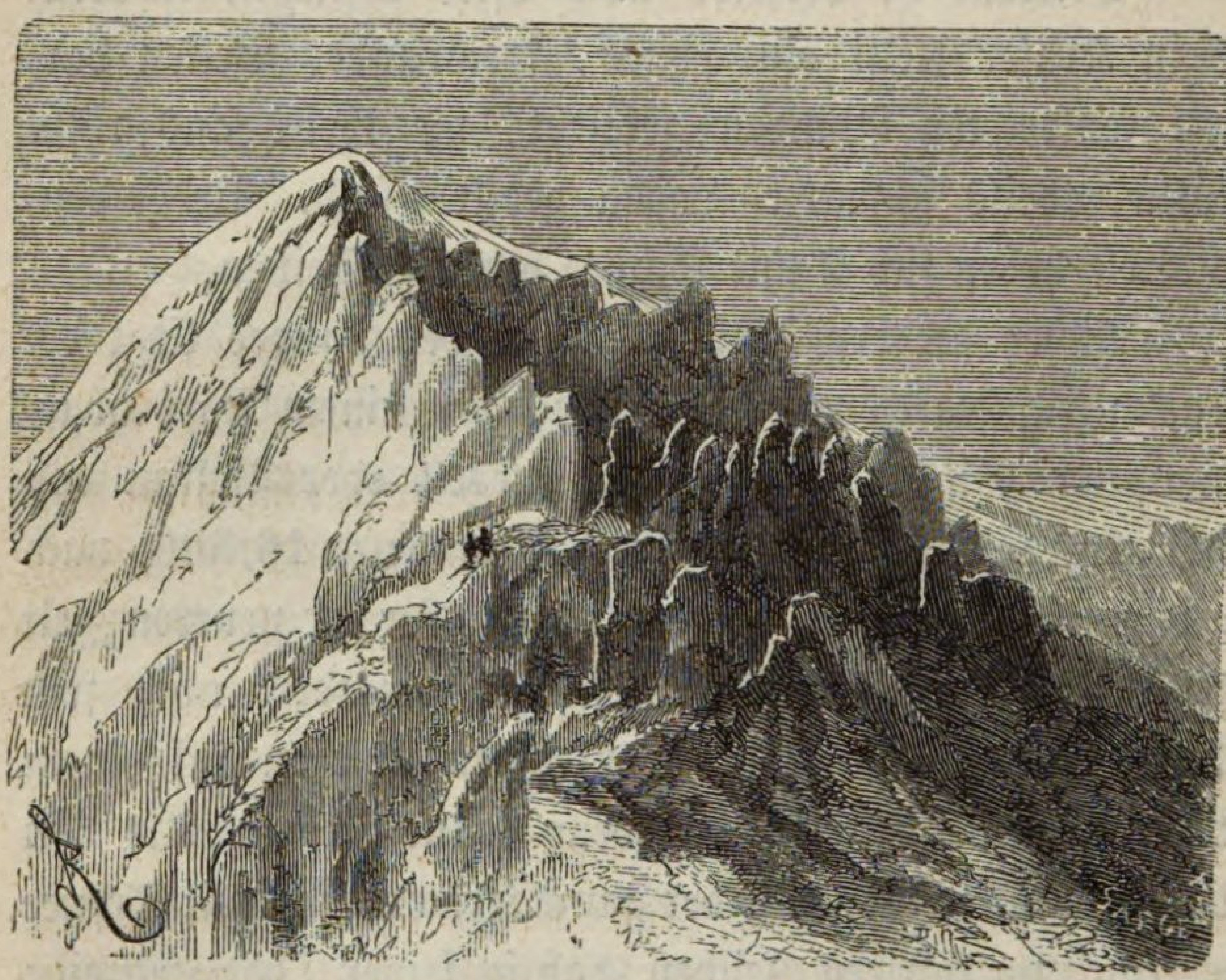


Fig. 18. Krater des Orizaba.

31 dagegen auf den Inseln, unter denen eine, St. Johann Bogoslaw, erst 1796 durch eine Eruption gebildet wurde. 1819 hatte sie einen Umfang von fast 4 g. M. bei einer Höhe von 2100 Fuß. Eine neue Messung 1832 ergab eine Verkleinerung derselben bis zu 2 Meilen und 1400 Fuß Höhe.

Außer den bis jetzt näher betrachteten, meist in Reihen gelegenen Vulkanen finden wir auch hie und da solche, welche vereinzelt liegen. Dahin gehören die

Vulkane des großen Oceans und des südlichen Eismeeres.

Sehr thätige Vulkane finden wir auf den Sandwichinseln, 3 allein auf der größten derselben, der Insel Hawai. Wir haben von dieser Insel und den vulkanischen Erscheinungen derselben sehr genaue Schilderung, besonders von dem Amerikaner Brigham.

„Es sind vorzugsweise zwei Punkte, an welchen sich dieselben concentriren, der Mauna-Loa, der höchste Berg der Insel, 12,900 Fuß hoch, und der Kilauea, der eigentlich nur als ein niedriger Seitenkegel des ersteren anzusehen ist. Letzterer zeigte im Jahre 1789 die erste Eruption, durch welche eine Menge Einwohner umkamen, und blieb seitdem in ungemein lebhafter Thätigkeit. Die erste Schilderung davon verdanken wir Ellis, der ihn im Jahre 1823 besuchte und also schildert: Unmittelbar vor uns gähnte ein furchtbarer Schlund in Halbmondform von über 2 engl. Meilen Länge, 1 Meile Breite und 800 Fuß Tiefe. Der Grund war mit Lava angefüllt und der südwestliche und nördliche Theil waren eine ausgedehnte Fluth flüssigen Feuers im Zustand erschrecklichen Wallens. 51 Krater ragten wie Inseln von verschiedener Form und Größe aus dem Feuersee hervor; 22 derselben stießen fortwährend Säulen grauen Rauches aus oder Pyramiden leuchtenden Feuers und viele derselben spieen gleichzeitig aus ihrem feurigen Mund Massen flüssiger Lava, welche in schäumenden Strömen an den schwarzen Abhängen hin-

floß und sich mit der siedenden Masse an ihrem Fuße vereinigte. Die Wände vor uns fielen senkrecht 400 Fuß tief ab bis auf ein horizontales Lager von fester schwarzer Lava, unter welcher die Wände dann wieder der Schätzung nach 400 Fuß tief abfielen. Das obere Lavabett hatte sich offenbar durch Kanäle in die Tiefe entleert. Der Anblick bei Nacht, nachdem sich die Nebel und dunklen Wolken verzogen hatten, war wunderbar. Die bewegte Masse flüssiger Lava, wie ein See von geschmolzenem Metall, tobte wüthend. Die lebendige Flamme, die über die Oberfläche hintanzte, leuchtete in Schwefelblau oder Strontianroth und warf ein magisches Licht auf die Krater, welche zeitweise unter heftigen Detonationen kugelige Massen geschmolzener Lava und hellglühende Steine emporschleuderten.“ Auch die Thätigkeit des Mauna Loa ist erst neueren Datums; die erste bekannte Eruption fand im Jahre 1832 Statt, seitdem ist eine ziemliche Anzahl sehr heftiger erfolgt, die letzte begann Ende März 1868.

Vulkanischer Natur sind ein Theil der Freundschafts- und der Marquesasinseln. Auf Otaheiti ist nach Forster der 11,500 Fuß hohe Tobreonu, ein wenn auch ruhender Vulkan, und die ganz vereinzelt liegende Osterinsel zeigt einen deutlichen 1100 Fuß hohen Krater. Näher dem Kontinente Amerika's liegen die Galopagos, alle mit deutlichen Krateren besetzt, deren Zahl nach Darwin auf 2000 sich belaufen mag. In einer Linie mit der mexicanischen Vulkanreihe finden wir westwärts vom Festlande zwischen diesem und den Sandwichinseln die ebenfalls vulkanische Inselgruppe der Revilla-Gigedos, wie die Verlängerung dieser Linie ostwärts auf die kleinen Antillen



Fig. 19. Der Kilauea.

trifft, auf denen eine kurze bogenförmig gekrümmte Vulkanenreihe sich findet.

Trotzdem daß die im südlichen Eismeere befindlichen Länder- und Inselmassen viel weniger häufig besucht wurden und werden, als die nördlichen Polargegenden, sind uns doch aus jenen eisstarrenden Ländern eine Anzahl Vulkane bekannt. Ein Begleiter von Kapitän Ross auf seiner Expedition nach diesen Gegenden (Mac Cornick) beschreibt kurz die Entdeckung zweier derselben. „Den 11. Januar 1841 unter 71° südl. Br. und 171 östl. L. (von Greenwich) wurde der antarktische Kontinent zum ersten Male wahrgenommen. Eine Bergkette mit unzähligen Gipfeln, gruppenweise vereinigt und mit ewigem Schnee bedeckt, erschien über dem Meere, wunderbar in der Sonne glänzend. Ein spitzer Berg, ähnlich einem ungeheueren Bergkrystall, erhob sich bis zu einer Höhe von 7600 Fuß, ein anderer bis 8800 und ein dritter bis zu 9200 Fuß. An seiner Seite stiegen über Schichten von Eis Ströme von Lava und Basalt bis an die Küste herab, wo sie in steilen Vorgebirgen sich endigten. Am 28. entdeckte man unter 77° südl. Br. und 167 östl. L. den Berg Erebus, einen brennenden Vulkan, eingehüllt in Eis und Schnee vom Fuße bis zum Gipfel, von dem eine Rauchsäule sich erstreckte über eine große Zahl anderer Kegel, mit denen diese merkwürdige Gegend angefüllt ist. Die Höhe dieses Vulkanes ist 12,300 Fuß, während der Terror, ein erloschener Krater, eine Höhe von 11,000 Fuß erreicht. In etwas niedrigerer Breite hat Bellinghausen an der Küste von Alexanderslang unter 69° und

Balleny unter 66° auf der Youngsinsel einen Vulkan gefunden.

Auch eine der Inseln von Südshetland zeigt einen mit dem Meere in Verbindung stehenden Krater, ebenso hat die nordöstlich davon liegende Insel Sawadoski einen noch dampfenden Vulkan, so daß also wohl auch in diesen so wenig bekannten Ländern eine ziemlich große Anzahl von Vulkanen angenommen werden darf.

Ebenso isolirt sind die auf den kleinen Antillen liegenden niedrigen Vulkane, von denen 3 oder 4 noch als thätig angenommen werden. Im Süden beginnen sie mit dem Vulkane der Insel St. Vincent, der 4700 Fuß Höhe hat; nach fast einhundertjähriger Ruhe hatte derselbe eine sehr heftige Eruption 1812. Nie so heftig zeigt sich die vulkanische Thätigkeit noch auf den Inseln S. Lucia, Martinique und Guadeloupe.

Zahl, Lage und Gruppirung der noch thätigen Vulkane.

Bei der noch so unvollkommenen Kenntniß, die wir von großen Strecken der Erde bis jetzt haben, ist es außerordentlich schwer, die Zahl der noch gegenwärtig thätigen Vulkane näher zu bestimmen. Dazu kommt noch der Umstand, daß, wie schon früher erwähnt wurde, die Unterscheidung zwischen einem erloschenen und thätigen Vulkane eine höchst unsichere Sache ist. A. v. Humboldt hat im 4. Bande seines Kosmos (1858) eine Zusammenstellung der Art vorgenommen, daß er neben die Zahl der als thätig ausgegebenen Vulkane der verschiedenen Länder diejenige setzte, welche angibt, wie viele derselben in neuerer Zeit Zeichen von Thätigkeit gegeben haben. Von



Fig. 20. Der Vulkan Erebus.

ersteren findet er 407, von letzteren 225. Beide Zahlenreihen sind natürlich fortwährenden Aenderungen unterworfen; so führt Humboldt in Centralamerika in der ersten Reihe 29 auf, während jetzt nach den neueren Reisen 50 nicht zu hoch gegriffen sein dürfte. Wir können daher die von manchen angenommene Zahl von 500 Vulkanen auf der Erde als eine der Wahrheit wohl nahe kommende betrachten. Ein flüchtiger Rückblick auf die vorhergehende Uebersicht der geographischen Verbreitung der Vulkane zeigt ihre außerordentlich ungleiche Vertheilung über die Oberfläche der Erde. Der alte Kontinent, Europa, Asien und Afrika, sind äußerst arm an thätigen Vulkanen. Am großartigsten zeigt sie sich in einem großen Bogen, der den stillen Ocean rings umgibt und einen einzigen Vulkanengürtel darstellt, welcher sich von der Insel Feuerland längs der Westküste Süd- und Nordamerika's über die Aleuten auf die Halbinsel Kamtschatka fortsetzt und von da auf die ostasiatischen Inseln übersetzend, sich bis nach Neuseeland verfolgen läßt. Die Zahl der auf diesem Gürtel und in dem großen Ocean selbst in neuerer Zeit noch thätigen Vulkane beträgt nach A. v. Humboldt 7/8 von der Gesammtzahl derselben.

Noch eine andere Thatsache ergibt sich bei diesem Rückblicke, nehmlich die, daß mit höchst geringen Ausnahmen alle Vulkane auf Inseln oder auf den Küsten der Festländer nahe dem Meere liegen. 30—40 g. M. Abstand ist das Maximum, was beobachtet wird. Als ein ganz „abnormes Phänomen" sind die innerasiatischen Vulkane zu betrachten. Die beiden in der Gebirgskette des Thian-schan (zwischen Altai und Kuenlün) liegenden thätigen Vulkane Peschan und Hotscheu sind fast gleich weit

vom nördlichen Eismeer wie vom indischen Ocean 370—380 g. M. Freilich liegen auch nicht weiter als das Meer von den Küstenvulkanen große Binnenseen, so wie eine beträchtliche Anzahl kleinerer. Ebenso befindet sich der Demavend, und zwar noch näher, nehmlich nur 10 g. M., vom kaspischen Meere entfernt. Der Ararat hat südlich den großen Vansee in einer Entfernung von 15 g. M. und das schwarze Meer liegt ebenfalls nicht weiter als 40 g. M. von ihm entfernt. Ob das Wasser des Meeres es sei, welches für das Entstehen von Vulkanen nöthig sei, oder ob es andere Verhältnisse sind, welche auf den Küsten die Vulkane beschränken, diese Frage müssen wir uns zu beantworten vorbehalten, bis wir überhaupt von den Ursachen der vulkanischen Thätigkeit zu sprechen haben.

Noch ein anderer Unterschied in der Vertheilung der Vulkane ergibt sich aus der Betrachtung ihrer geographischen Lage. Wir haben öfter schon den Ausdruck Vulkanenreihe gebraucht, und in der That zeigt uns auch ein Blick auf die Karte, daß die größte Zahl derselben auf Linien, die bald ganz gerade, bald bogenförmig verlaufen und auf dem Festlande den Umrissen der Küste folgen, vertheilt sind. Meist sind es einfache Reihen, d. h. es liegt auf diesen Linien ein Vulkan hinter dem andern, manchmal auch doppelte, indem, wie in Quito, 2 Reihen, durch einen verhältnißmäßig schmalen Raum von einander getrennt, einander parallel laufen. Die Länge einer solchen Reihe ist außerordentlich verschieden; die längste ist wohl die auch durch ihre gerade Richtung ausgezeichnete von Chili, die sich über 200 Meilen erstreckt und durchschnittlich auf 6 Meilen 1 Vulkan aufweist.

Nicht selten findet man beim weiteren Verfolgen der Richtung einer Vulkanenreihe, daß sich einzelne Vulkane oder wieder eine Reihe in derselben verlängerten Linie zeigen, wie dieses in Südamerika zu beobachten ist. Es läßt sich dann annehmen, daß in diesem Falle nur eine große, stellenweise unterbrochene Vulkanenreihe vorhanden sei; auch diese Annahme steht im engsten Zusammenhang mit den Vorstellungen, welche man sich über die Ursache der vulkanischen Erscheinungen macht; doch ist es im Ganzen ziemlich gleichgültig, ob man solche Reihen vereinigen oder jede als eine für sich bestehende betrachten will, um so mehr, als es doch nicht möglich ist, alle Vulkane zu Reihen geordnet anzunehmen. Wir sehen nehmlich sehr deutlich bei der Betrachtung ihrer geographischen Lage, daß manche so unregelmäßig neben- und umeinander liegen, oder so ganz vereinzelt, daß man darnach auch neben den Reihenvulkanen Vulkangruppen oder Einzelvulkane, von L. v. Buch auch als Centralvulkane bezeichnet, seit längerer Zeit unterschieden hat. Zu diesen gehören wohl die meisten im großen Ocean zerstreuten Inselvulkane, wie die der Sandwichinseln, der Galopagos und andere. Es lassen sich zwar auch für diese gewisse Richtungen nachweisen, in welchen die vulkanische Thätigkeit sich besonders äußerte, doch ist man deswegen wohl noch nicht berechtigt, sie alle auf bestimmte, durch große Zwischenräume unterbrochene Reihen zurückzuführen.

Welche Ansicht man auch über die Grundursache der vulkanischen Erscheinungen haben möge, soviel geht unzweifelhaft hervor, daß wir ihren Sitz nicht in der Erdrinde, sondern in größerer Tiefe zu suchen haben, in

welche aus den Krateren der Vulkane ein Kanal hinabführt; und daraus ergibt sich wohl fast mit Nothwendigkeit, daß wir es in den Vulkanreihen mit langen, die Erdrinde durchsetzenden Spalten zu thun haben, auf denen die Vulkane aufgesetzt erscheinen. Eine nähere Betrachtung der Thätigkeit dieser Berge wird uns diese Annahme noch wahrscheinlicher machen.

Drittes Kapitel.

Die Thätigkeit der Vulkane.

Stadium der Ruhe und der Ausbrüche.

Wir haben schon bei der Eintheilung der Vulkane in s. g. erloschene und thätige darauf hingewiesen, wie mißlich es sei, einen solchen Unterschied zu machen. Manche Vulkane, deren Ausbrüche in einer früheren geologischen Periode erfolgten, die, seit das Menschengeschlecht die Erde bewohnt, keine Eruption gehabt haben, zeigen doch noch gewisse Spuren von Thätigkeit, sie hauchen noch schädliche Gase, namentlich Kohlensäure, aus, die auch bei den jetzt thätigen Vulkanen in großen Mengen am Ende eines Ausbruches aus dem Boden hervorbringt. Von diesen letzten, oft kaum nachweisbaren Spuren vulkanischer Thätigkeit an finden wir aber auch alle übrigen Aeußerungen einer solchen an verschiedenen Vulkanen, ohne daß wir gerade von einem Ausbruche derselben sprechen können. Wir können daher die gewöhnliche Unterscheidung zweier

Arten von Thätigkeit eines Vulkanes, einer solchen im Zustande der Ruhe und der während eines Ausbruches nicht in allen Fällen machen; es ist eben nur ein gradweiser, kein wesentlicher Unterschied in der Thätigkeit der Vulkane im s. g. Zustande der Ruhe und im Stadium der Eruption, ja bei manchen Vulkanen, die fortwährend sehr thätig sind, finden keine eigentlichen Eruptionen, aber auch keine eigentliche Ruhe Statt. Bei den meisten Vulkanen ist allerdings der Unterschied zwischen der im höchsten Grade auf verhältnißmäßig kurze Zeit gesteigerten Thätigkeit und der scheinbar ganz erloschenen im Ruhestadium ein so bedeutender, daß man die erstere ganz wohl als s. g. Ausbruch von dem oft Jahrzehnte, ja Jahrhunderte dauernden Ruhestand unterscheiden kann.

Von jeher haben auch diese Ausbrüche ebenso durch ihre wunderbare Pracht, wie durch ihre furchtbaren Verwüstungen Staunen und Entsetzen unter den Menschen, die sie beobachten konnten, erregt und vor allen anderen vulkanischen Erscheinungen die Aufmerksamkeit auf sich gezogen. Dennoch haben wir erst aus verhältnißmäßig später Zeit etwas genauere Beschreibungen davon. Die erste ausführliche Schilderung, die wir von einer solchen haben, finden wir in zwei Briefen des jüngeren Plinius an Tacitus. Sie beschreiben die erste bekannte und zugleich furchtbarste Eruption des Vesuv vom Jahre 79 v. Chr. Geb. und wir theilen des großen Interesses wegen, das in mancherlei Beziehung diese Briefe haben, sie hier näher mit, mit Hinweglassung des Eingangs, aus dem wir erfahren, daß Tacitus von Plinius die näheren Umstände des Todes seines Oheims durch diese Eruption zu verneh-

men gewünscht habe. „Er war, so fährt Plinius fort, zu Misenum*) als Befehlshaber der Flotte. Am 23. August, beiläufig um die 7. Tagesstunde (Mittag 1 Uhr), meldete ihm meine Mutter, es zeige sich eine Wolke von ungewöhnlicher Größe und Ansehen. Er lag, nachdem er sich gesonnt, kalt gebadet und im Liegen gefrühstückt hatte, und studirte; sofort verlangt er seine Schuhe und besteigt einen Ort, von wo man diese Wundererscheinung am besten sehen konnte. Die Wolke (den aus der Ferne sie sehenden blieb es ungewiß, aus welchem Berge, später erkannte man, daß es der Vesuv war) erhob sich in einer Form, deren Ansehen und Gestalt kein anderer Baum besser als eine Pinie bezeichnen dürfte. Denn wie auf einem sehr hohen Stamm sich erhebend, breitete sie sich oben in einzelne Zweige aus. Ich glaube, weil sie durch einen frischen Wind emporgehoben durch seine Abnahme von der hebenden Kraft verlassen oder auch von ihrem eigenen Gewichte in die Breite sich ausdehnte, zuweilen glänzend weiß, zuweilen schmutzig und fleckig erscheinend, je nachdem sie Staub und Asche weit emporgehoben hatte. Diese Erscheinung erschien dem so unterrichteten Manne merkwürdig und einer näheren Untersuchung werth. Er gab den Befehl, ein leichtes Fahrzeug fertig zu machen und erlaubte mir mitzugehen, wenn ich wollte. Ich antwortete, ich wollte lieber studiren, zufällig hatte er mir auch selbst etwas zu schreiben gegeben. Als er aus dem Hause ging, brachte man ihm einen Brief. In Retina waren die See-

---

*) Misenum am Golf von Bajae liegt 4 g. M. vom Vesuv entfernt, etwas weiter westlich das später erwähnte Retina.

soldaten durch die drohende Gefahr erschreckt, die Stadt lag nahe bei Misenum und es war keine Flucht als auf der See möglich, und flehten ihn an, er möge sie aus der so furchtbaren Lage befreien. Er änderte aber seinen Plan nicht, sondern was er mit Eifer begonnen, führte er mit dem größten aus. Er ließ nun die Quadriremen (Schiffe mit 4 Ruderreihen) vorführen und bestieg eines derselben, nicht nur Retina, sondern vielen Hülfe zu bringen, da die Küste wegen ihrer Anmuth vielfach bewohnt war. Er eilte dahin, von wo die anderen fliehen, und geraden Laufes steuert er auf die Gefahr los, so ohne alle Furcht, daß er alle Bewegungen jener Unheilswolke, alle Gestaltungen derselben, wie er sie beobachtet hatte, dictirte und aufzeichnete. Schon fiel Asche auf die Schiffe, dichter und heißer, je mehr sie sich näherten, dann auch Bimssteine, schwarze vom Feuer gebrannte und gesprengte Steine; schon wurde das Meer plötzlich seicht, das Ufer unnahbar durch die von dem Berge ausgeschleuderten Massen. Einen Augenblick zauderte er, ob er nicht umkehren sollte, dann sagte er zu dem Steuermanne, der ihm auch dazu rieth: „die Tapferen unterstützt das Glück, steuere nach Pomponianus*) Hause!" Dies war zu Stabiä auf der anderen Seite des Busens, denn das Meer greift allmählich in einem sanften Bogen in das Land hinein. Dort hatte dieser schon wegen der zwar noch nicht nahen, doch schon sich zeigenden und, wenn sie wuchs, sehr nahen Gefahr, seine Habseligkeiten zu Schiffe gebracht, zur Flucht bereit,

*) Pomponianus, ein Freund des Plinius, hatte ein Haus in Stabiä, etwas südlich von Pompeji und dem Vesuv.

so wie sich der conträre Wind gelegt hätte, der meinem Onkel günstig ihn hergebracht hatte. Er umarmte den zitternden Freund, tröstet und beruhigt ihn, und um durch seine Ruhe jenes Furcht zu mindern, läßt er sich ins Bad bringen, nach demselben legt er sich nieder und speist und zwar ganz heiter, oder was gleich groß erscheint, einem Heiteren gleich. Unterdessen brachen aus dem Vesuv an mehreren Stellen hellleuchtend breite Flammen und hohe Feuersäulen hervor, deren blendender Glanz gehoben wurde durch die sonst herrschende nächtliche Finsterniß. Um seine Umgebung zu beruhigen, sagte er, es sei wohl das Feuer von Häusern, welche aus Furcht von den Landleuten plötzlich verlassen und in Brand gerathen seien; dann überließ er sich der Ruhe und lag im tiefsten Schlafe; wenigstens hörten die vor der Thüre stehenden das lautere und tiefere Athmen, das bei ihm seiner Körpergröße wegen noch stärker war. Aber der Hofraum, aus dem man sein Gemach betrat, war schon so hoch mit Asche und Bimssteinen angefüllt, daß, wenn er noch länger in demselben geblieben wäre, der Ausgang unmöglich geworden wäre. Man weckte ihn daher, und er begab sich wieder zu Pomponianus und den Uebrigen, die gewacht hatten. Sie beriethen nun, ob sie im Hause bleiben oder ins Freie sich begeben wollten. Denn unter den häufigen und heftigen Erdstößen wankten die Mauern und wie von ihren Fundamenten losgelöst, schienen sie bald hierhin bald dorthin bewegt zu werden. Im Freien dagegen waren die herabstürzenden Bimssteine, wenn sie auch leicht und ausgebrannt waren, zu fürchten. Das Abwägen beider Gefahren ließ das letztere wählen; bei ihm herrschte die

Vernunft in der Ueberlegung, bei den andern die eine Furcht über die andere. Sie banden sich Kissen auf den Kopf zum Schutz gegen die herabstürzenden Massen. Schon begann anderswo der Tag, hier war es noch Nacht, dunkler und dichter, als irgend eine zuvor, doch einigermaßen erhellt von zahlreichen Fackeln und Lichtern. Man beschloß ans Ufer zu gehen, um genau zu sehen, ob das Meer die Flucht gestatte, das bisher noch wild und tobend geblieben war. Hier legte er sich auf ein ausgebreitetes Tuch, verlangte und trank zweimal frisches Wasser, da treiben Flammen und der Vorbote der Flammen, Schwefelgeruch, die übrigen zur Flucht, ihn bewegen sie, sich zu erheben. Er erhebt sich, gestützt auf zwei Sklaven, sank aber sofort zusammen; wie ich vermuthe, indem dickerer Rauch ihm den Athem benahm bei gleichzeitiger Beengung durch den Magen, der bei ihm von Natur schwach war und häufig Unregelmäßigkeit der Verdauung bedingte. Als es wieder Tag war, der dritte nach seinem Tode, fand man seine Leiche wohlerhalten und unversehrt, mit den Gewändern, die er trug, bedeckt, in ihrem Ansehen einem Schlafenden ähnlicher als einem Todten. Unterdessen war ich und meine Mutter zu Misenum." —

In einem zweiten Briefe an Tacitus theilt Plinius auf dessen Aufforderung noch die weiteren Ereignisse jener Schreckenstage mit. Er lautet also: „Du sagst, durch meinen Brief, den ich dir auf deinen Wunsch über den Tod meines Onkels schrieb, sei das Verlangen in dir rege geworden, zu erfahren, was ich in Misenum nicht nur für Schrecken, sondern auch für Unfälle auszustehen gehabt habe, denn dabei brach mein Schreiben ab. Ob-

wohl die Erinnerung daran mir noch Schauder erregt, will ich doch beginnen. Als mein Onkel von uns gegangen war, widmete ich die übrige Zeit den Studien, denn deswegen war ich ja zurückgeblieben; ich badete dann, speiste und schlief, aber kurz und unruhig. Viele Tage vorher schon waren Erdstöße verspürt worden, die weniger Schrecken verursachten, weil sie in Kampanien eine gewöhnliche Erscheinung sind, aber in jener Nacht traten sie so heftig auf, daß man glaubte, es würde alles nicht nur erschüttert, sondern umgekehrt. Meine Mutter stürzte in mein Schlafzimmer, eben als ich mich erhob, um sie zu wecken, wenn sie schliefe. Wir setzten uns in den Hof des Hauses, der einen mäßigen Raum zwischen diesem und dem Meere freiließ. Ich weiß nicht, war es Standhaftigkeit oder Klugheit (ich bin ja erst im 22. Lebensjahre) ich ließ mir ein Buch des Tit. Livius geben und wie in der Ruhe lese ich und mache daraus, wie ich schon angefangen hatte, Auszüge. Da trat ein Freund meines Onkels, der neulich aus Spanien zu uns gekommen war, zu uns, und wie er mich und meine Mutter dasitzen, mich sogar lesen sieht, tadelt er sie wegen ihrer Gelassenheit und mich wegen meiner Sorglosigkeit, nichtsdestoweniger blieb ich bei meinem Buche. Schon war die erste Stunde des Tages da (6 Uhr Morgens), aber der Tag selbst noch zweifelhaft und zögernd; schon wankten die umliegenden Gebäude und bedrohten uns auf dem zwar freien aber engen Raum sicher und ernstlich mit ihrem Einsturz. Jetzt erst erschien es gerathen, die Stadt zu verlassen. Bestürzt folgte uns die Bevölkerung, indem sie, was in der Furcht der Klugheit gleicht, fremdes Urtheil dem

eigenen vorzieht, in einem ungeheueren Haufen drängt und schiebt sie uns beim Vorwärtsgehen. Als wir die Häuser hinter uns hatten, blieben wir stehen. Viel Wunderbares und viel Schreckliches machten wir hier durch. Denn die Wagen, die wir hatten herausschaffen lassen, wurden nach den verschiedensten Seiten getrieben, wiewohl sie auf ganz ebenem Boden standen und nicht einmal als sie mit Steinen gestützt waren, blieben sie an derselben Stelle. Außerdem schien es, als zöge sich das Meer in sich selbst zurück und würde durch das Erdbeben zurückgetrieben. Sicher sprang das Ufer viel weiter vor und viele Seethiere blieben auf dem trockenen Sande sitzen. Von der andern Seite brach aus der dunkeln schrecklichen Wolke hie und da in gewundenen und zitternden Formen Feuerschein, langen Flammen ähnlich, gleich Blitzen, aber größer als diese. Da drang jener Freund aus Spanien heftiger und inständiger in uns mit den Worten, wenn dein Bruder und dein Onkel lebt, wünscht er euch gerettet, ist er umgekommen, so war es gewiß sein Wille, daß ihr leben sollt, warum zaudert ihr, zu fliehen? Wir antworteten, wir erlaubten uns nicht, an unsere Rettung zu denken, so lange wir über die seinige ungewiß seien. Da verweilte er nicht länger, ging weg und entzog sich eilenden Laufes durch die Flucht, kurz darauf senkte sich jene Wolke zur Erde nieder und bedeckte das Meer. Kapri hatte sie umhüllt und unseren Blicken entzogen, die Landzunge von Misenum uns verdeckt. Da bat, ermahnte, befahl mir meine Mutter, auf jede Weise zu fliehen, ich ein Jüngling könne es noch, sie von Alter schwerfällig, wolle gerne sterben, wenn sie nicht die Ursache meines Todes

würde. Ich dagegen erwiderte ihr, ich wolle mich nicht retten ohne sie, dann ergriff ich ihre Hand und zwinge sie, ihren Schritt zu beschleunigen. Sie willfahrt nur ungern und klagt, daß sie mich aufhalte. Schon fiel Asche, doch noch spärlich. Ich sah mich um, da kam von rückwärts dichtes Dunkel heran, das, einem ausgebreiteten Strome gleich, uns nacheilte. Gehen wir etwas abseits, sagte ich, so lange wir noch etwas sehen, daß wir nicht, auf dem Wege fallend, von den Schaaren der Fluchtgenossen im Dunkel zertreten werden. Kaum hatten wir uns niedergesetzt, da brach das Dunkel herein, nicht wie in einer mondlosen oder nebligen Nacht, sondern wie in einem rings verschlossenen Raume ohne alles Licht. Nun hörte man das Klagen der Frauen, das Schreien der Kinder, das Rufen der Männer; diese riefen nach ihren Eltern, jene nach ihren Kindern, andere nach ihren Gatten; sie erkannten sich an ihren Stimmen. Diese bejammerten ihr eigenes Unglück, jene das der Ihrigen, manche baten in der Todesangst um den Tod. Viele flehten zu den Göttern, mehrere meinten, es gebe keine Götter mehr und es sei die letzte ewige Nacht für die Welt gekommen. Auch an solchen fehlte es nicht, welche durch erdichtete und lügenhafte Schreckensnachrichten die wahren Gefahren vermehrten. So verkündigten einige, in Misenum brenne dieses Haus, jenes sei eingestürzt, zwar fälschlich, doch fanden sie Glauben. Nun wurde es etwas hell, aber nicht als Tageslicht erschien es uns, sondern als ein Zeichen des sich nahenden Feuers. Zwar blieb es in größerer Ferne, und wieder bedeckte uns Dunkel, so wie viele und dicke Asche, die wir sofort uns erhebend abschüttelten, sonst

wären wir bedeckt, ja von ihrem Gewichte selbst erdrückt worden. Ich könnte mich rühmen, nicht einen Seufzer, nicht ein Wort der Verzagtheit in solcher Gefahr ausgestoßen zu haben, wenn ich nicht geglaubt hätte, daß ich mit Allem, Alles mit mir untergehe, ein elender, doch großer Trost in der Aussicht des Todes.

Endlich verzog sich jenes Dunkel, nachdem es sich zuerst wie zu einem Rauch oder Nebel verringert hatte, bald erschien in Wahrheit der Tag, auch die Sonne leuchtete wieder, doch trübe, wie bei einer Sonnenfinsterniß. Alles kam den noch zitternden Augen verändert vor, von tiefer Asche wie von Schnee bedeckt. Wir kehrten nun nach Misenum zurück und brachten, nachdem wir einigermaßen für unseren Körper gesorgt, eine unruhige und angstvolle Nacht, schwebend zwischen Furcht und Hoffnung, zu; doch überwog die Furcht. Denn das Erdbeben dauerte fort und sehr viele, wie sinnlos, vermehrten durch schreckliche Prophezeiungen ihre und der Andern Leiden. Aber auch jetzt dachten wir nicht daran, obwohl wir Gefahren durchgemacht hatten und sie noch erwarteten, fortzugehen, ehe wir von meinem Onkel Kunde hätten." —

Wohl Allen wird diese einfache Schilderung ein klares und lebendiges Bild von dem unerschütterlichen Muthe des Mannes, dessen Tod sie veranlaßte, und dessen, der ihn erzählte, wie von den Schrecknissen erzeugen, denen die Bewohner solcher Gegenden ausgesetzt sind. Fügen wir hinzu, daß bis dahin nicht die geringste Kunde über die wahre Natur des Vesuvs in jenen Gegenden vorhanden war, daß der Ausbruch der heftigste, der je an dem Vesuv vorgekommen, ganz unvermuthet in entsetz-

licher Stärke sich zeigte, so muß es im höchsten Grade unsere Bewunderung erregen, einen Mann so ruhig und furchtlos der furchtbaren Erscheinung entgegengehen zu sehen, wie es uns von Plinius berichtet wird. Noch heute hat dieser Ausbruch noch ein ganz besonderes Interesse für uns, durch ihn wurden die beiden Städte Herculanum und Pompeji verschüttet, von denen die letztere jetzt nach 1800 Jahren, aus ihrem Grabe wieder ans Licht kommend, uns so wichtige Kunde von dem Leben der Alten wie von dem Schicksale brachte, das jene Gegenden betroffen. Seit jener Zeit blieb der Vesuv ein thätiger Vulkan, ohne besonders lange Pausen zu machen. Mit dem Ende des 14. Jahrhunderts versank derselbe wieder in einen 300jährigen Schlummer, so daß auch jetzt wieder im Munde des Volkes kaum die Sage mehr lebte von der tückischen Natur des damals fast bis zur Spitze, namentlich auch auf dem Boden des ganzen Kraters, mit üppigem Grün und Weingärten bedeckten Berges. Auch aus diesem Schlummer fuhr er wie ein Riese plötzlich zu einem furchtbaren Wuthausbruche empor, den nur jener erste Ausbruch an Heftigkeit überragte. Hören wir auch darüber den Bericht von Augenzeugen, gleichzeitigen Schriftstellern jener Zeit entnommen *).

Schon einige Monate vor der Eruption wurden leichte Erderschütterungen wahrgenommen, sie wurden aber nicht weiter beachtet; vom 10. Dezember an hörten die Bewohner Torre del Grecos, Resinas und anderer am Fuße

*) Das Folgende ist der höchst interessanten Schrift: Histoire complète de la grande eruption du Vésuve de 1631 par H. Le Hon entnommen.



Fig. 21. Die Zerstörung Pompeji's.

des Vesuvs gelegenen Orte ein eigenthümliches unterirdisches Murmeln, das während der Stille der Nacht stark genug war, ihren Schlaf zu stören. Die wunderlichsten Erklärungen, theils physikalischer, theils noch mythologischer Natur, wurden dafür gesucht. 14 Tage vor dem Ausbruche besuchte ein Bewohner Ottojanos den Vesuv und war überrascht von dem veränderten Aussehen des alten Kraters, dessen Boden offenbar beträchtlich gehoben war. Die Bewohner Torre del Grecos, denen es erzählt wurde, wollten sich von der Wahrheit dieser Aussage überzeugen und 5 Tage vor dem Beginn des Ausbruchs bestiegen einige den Berg. Mit Erstaunen sahen sie die Veränderung, die hier oben eingetreten. Die kesselförmige Vertiefung war fast ganz verschwunden, die üppige, selbst mit alten Bäumen untermischte Vegetation, die sie bedeckt hatte, war zerstört und hie und da an ihrer Stelle bituminöse Schlammmassen, die einen Schwefelgeruch verbreiteten. Diese, so wie auch andere beunruhigende Zeichen, namentlich wird auch erwähnt, daß die Thiere Zeichen großer Unruhe gegeben, ließen die Umwohner des Berges doch noch nichts Schlimmes befürchten, die allermeisten hatten ja nie gehört, daß der Vesuv einmal ein feuerspeiender Berg gewesen sei. In der Nacht vom 15. auf den 16. Dezember 1631 wurden jedoch von 10 Uhr an die Erdstöße so häufig, daß sie ernstliche Unruhe erregten. An einigen Orten zählte man deren 50 von zunehmender Heftigkeit. So brach der verhängnißvolle Morgen an. Landleute, die bei Tagesanbruch zum Markte nach Neapel gingen, sahen plötzlich eine mächtige Rauchsäule aus dem Vesuv hervorbrechen und in die Höhe

steigen. In Neapel lag noch Alles im Schlafe, aber die Kunde von diesem seltsamen Ereignisse verbreitete sich mit Blitzesschnelle und in Kurzem waren alle Dächer und Plätze, welche einen Anblick des Berges gewährten, mit Menschen besetzt. Ein wunderbares Schauspiel bot sich dar. Die Sonne ging eben auf und vor dem strahlenden Himmel erhob sich eine ungeheuere Masse dichten Rauches, theils weiß, theils schwärzlich, in der Mitte düsterroth erscheinend, majestätisch bis in die Region der Wolken, breitete sich hier aus und nahm so die Form einer Pinie an, gerade wie es Plinius auch beschrieben hatte. Immer mächtiger, immer breiter und drohender wurde diese Wolke, die phantastischsten Formen annehmend, welche die nachfolgenden Rauchmassen erzeugten. Blitz auf Blitz fuhr aus derselben herab, ungeheuere Flammen schlugen aus ihr empor, wie wenn Himmel und Erde mit einander kriegten, und der Donner rollte mit einer Stärke wie bei dem heftigsten Gewitter. Das Volk ahnete, daß die Drohungen der Wolke keine leeren seien. In demselben Augenblicke schleuderte der Berg unter furchtbarem Krachen glühende Felsblöcke empor, die in weiten Bögen herabstürzten, zugleich eine gewaltige Masse schwarzen Sandes und Asche. Die unheimliche Wolke hatte sich so ausgebreitet, daß sie Land und Meer bedeckte und den Tag verdüsterte. Von allen Seiten erhoben sich Schreckensrufe, Wehklagen und Gebete. Der Cardinal Buoncampagno, der Leiter der geistlichen Angelegenheiten, war eben seiner Gesundheit wegen in Torre del Greco, er begab sich sofort beim Beginne der Gefahr nach der Stadt und ordnete, um Gottes Zorn zu versöhnen, die Ausstellung des Aller-

heiligsten in allen Kirchen an und eine allgemeine Procession, zu der die Bekenner aller Religionen eingeladen wurden.

Um 11 Uhr vermehrten sich die Dämpfe, der Rauch und die Flammen des Berges in einem solchen Grade, daß man vermuthete, es hätten sich mehrere Krater gebildet, was auch in der That der Fall war. Schon vom Morgen an vernahmen die an dem Berge Wohnenden furchtbare Detonationen, ähnlich Artilleriesalven; sie wurden erzeugt von dem Aufbrechen neuer Mündungen auf der Westseite des Berges, am Fuße des Kegels, nahe dem s. g. Atrium (der Einsenkung zwischen der Somma und dem Kegel des Vesuvs). Anfangs von geringerem Umfange, wurden sie immer weiter und weiter und bildeten zuletzt einen ungeheueren Schlund, der glühende Asche und Steine in die höchsten Höhen emporschleuderte. Der Aschenregen hatte in dieser Zeit schon die Provinz Basilicata überzogen, wo die Einwohner mit dem größten Erstaunen diese unerklärliche Erscheinung bemerkten, Nachmittag um 3 Uhr hatte sie schon Tarent, 32 g. M. vom Vesuv entfernt, erreicht. Der Vicekönig hatte unterdessen Mitglieder der Kommission für Gesundheitspflege, größtentheils Aerzte, nach dem Vesuv geschickt, um die Eruption aus größerer Nähe zu beobachten und zu untersuchen, ob der Rauch nicht schädliche Stoffe der Stadt zuführen könnte, die sich auch sofort auf den Weg machten. In der Stadt begann indessen die große Procession um 1 Uhr, sie zog zur Kirche Nostra Sennora del Carmine, der Hauptkirche der nach dem Vesuv gerichteten Stadtseite, die sie um 2 Uhr erreichte. Gerade da begannen die wellenförmigen Bewegungen des

Bodens, die bis 6 Uhr Abends ununterbrochen anhielten. Die Bewegungen des Bodens erregten das Gefühl, als wenn man sich bei unruhiger See auf einem Schiffe befände. Gleichzeitig vernahm man ein eigenthümliches Geräusch, das alles vor Schrecken erstarren machte, ein unheimliches Schwirren und Brausen, wie aus hunderten von brennenden Oefen. Unabhängig von diesem den ganzen Tag anhaltenden Geräusche erschallten immer noch dazwischen die heftigen Detonationen, die in weiter Entfernung gehört und in manchen Küstenorten die Meinung erregten, es fände eine Seeschlacht Statt.

Unterdessen war die erwähnte Kommission muthig vorwärts geschritten. Die Straße nach Portici, die sie einschlugen, war bedeckt mit Flüchtlingen, die Neapel zueilten, mit Mühe bahnen sie sich ihren Weg durch dieselben bis nach Resina, da begegnete ihnen Antonio di Luna, der Gouverneur von Torre del Greco, mit einem Trupp Gefangener in Ketten, von Soldaten bewacht, die er vor Allem in Sicherheit nach Neapel bringen zu müssen glaubte. Eine Masse Menschen, Todesangst auf den Gesichtern, bildete das Gefolge. Von diesen erfuhren sie, daß die ausgeschleuderten glühenden Steine, die immerwährend rund um den Berg herabstürzten, schon eine ziemliche Anzahl von Menschen und Thieren getödtet hätten. Trotz dieser Nachricht setzten sie ihren Weg fort, geraden Weges auf den Berg los, an der Kirche N. S. de Pugliano vorbei. Alles umher war menschenleer, nur in der Kirche fanden sie 6 Frauen, mehr todt als lebend, vor dem Altar knieend und einen Mann, der vor Schrecken ganz sinnlos schien. Außer diesen 7 Personen war keine

Seele im Orte, alles war geflohen. Als die Kommissäre die Kirche verließen, ungewiß, ob sie noch weiter dem Berge sich nähern sollten, hörten sie Schmerzensrufe; sie kamen von einem Unglücklichen, tödtlich verwundet von einem herabfallenden Steine, in Hast auf einem Tische von zwei Männern davon getragen.

In diesem Augenblicke wurde der Boden so heftig erschüttert, der Anblick des Vesuvs ein so furchtbarer, die Menge der herabstürzenden Asche und glühenden Steine so groß, daß die Kommissäre einsahen, weiteres Vorgehen sei sicheres Verderben und zwecklose Aufopferung. Es war 4 Uhr Nachmittag, als sie, abwärts sich wendend, den Weg nach Torre del Greco einschlugen; bald trafen sie einige Personen, die von dorther geflüchtet waren und ihnen abriethen, weiter zu gehen, wenn sie nicht einem unausbleiblichen Tode entgegeneilen wollten. Der hereinbrechende Abend vermehrte noch die herrschende Dunkelheit und so kehrten sie auf ihrem alten Wege nach Portici zurück. Dort fanden sie zu ihrem großen Erstaunen einen großen Menschenhaufen im Zustand der höchsten Verzweiflung und Rathlosigkeit. Die Thorwache hatte sie vor Neapel zurückgewiesen, weil sie kein Gesundheitszeugniß hätten, das damals von den Ankömmlingen verlangt wurde, aus Furcht vor der Pest, die in Venedig und der Lombardei herrschte. Ein kalter, heftiger Regen, der mit Anbruch der Nacht fiel, erhöhte das Elend dieser Unglücklichen. Viele von ihnen, von Torre del Greco geflohen, kehrten in ihrer Rathlosigkeit dorthin zurück. Es war für alle der Gang zum Tode. Sobald übrigens der Vicekönig von dieser Zurückweisung Kunde erhielt, traf er

sofort Maßregeln, daß Alles ohne Weiteres eingelassen würde, was in die Stadt wollte. Sofort strömten auch die Flüchtlinge schaarenweise herein, ihre Zahl stieg in dieser Nacht und während des folgenden Tages auf nicht weniger als 40,000.

In Neapel hatte in der Zwischenzeit die Procession ihren Fortgang genommen und um 5 Uhr ihr Ende erreicht. Gerade jetzt steigerten sich die vulkanischen Erscheinungen in einer solchen Weise, daß jeder für sein Leben besorgt war. Die Mauern bewegten und spalteten sich, Thüren und Fenster öffneten und schlossen sich, sie schlugen dabei unaufhörlich hin und her, ohne daß man den geringsten Wind oder Zug verspürte, dazwischen bewegte sich der Boden, als ob er Alles verschlingen wollte, eine Menge Häuser stürzten ein. Der Aschenregen, der bisher von einem günstigen Winde nach einer andern Seite getrieben wurde, fing nun an, auf die Stadt zu fallen, unter starkem Geruch nach Schwefel und Erdpech, und Feuerkugeln durchfuhren sausend die Luft. Diese furchtbaren Erscheinungen hielten 3 Stunden mit solcher Heftigkeit an, daß das Volk sich einem sicheren Tode geweiht wähnte und den Anfang des jüngsten Tages gekommen glaubte.

Sämmtliche Kirchen, die der Kardinal geöffnet zu halten befohlen hatte, waren überfüllt von Menschen, die erklärten, sie wollten an heiliger Stätte sterben, und stürmisch zu beichten begehrten. Ungeachtet der großen Menge von Priestern, welche in der Stadt waren, reichte die Zahl derselben durchaus nicht hin für die Masse derer, die zu beichten verlangten, so daß sich der Cardinal veranlaßt sah, viele durch ihre Bildung und Frömmigkeit

bekannte Laien zu ermächtigen, als Beichtiger zu fungiren. Man beichtete auch nicht blos in der Kirche, sondern auf Märkten und Straßen, und viele Menschen, welche glaubten, sie hätten keine Zeit mehr, einen Beichtiger zu finden, legten öffentlich mit lauter Stimme ihr Sündenbekenntniß ab. So hatte der Schrecken die Gemüther ergriffen und verwirrt.

Um 8 Uhr kehrten endlich die ausgesendeten Kommissäre wieder nach Neapel zurück und begaben sich sofort zum Vicekönig. Ueber den eigentlichen Zweck ihrer Sendung, die Beschaffenheit des Rauches, seine verderbliche oder unschädliche Natur, konnten sie nichts berichten, sie waren nur darin einig, was ohnedies Jedes wußte, daß die Heftigkeit des Ausbruches mit den größten Gefahren drohe. Darauf sandte dieser nochmals 3 spanische Offiziere aus, einen nach Nordosten nach Kapua, den andern nach Westen nach Puzzuoli, den dritten dem Vesuve zu, sie sollten berichten, was sie sähen. Dem Gouverneur von Torre del Greco, von dessen Ankunft er gehört hatte, ließ er den Befehl zukommen, er sollte sofort auf seinen Posten zurückkehren und denselben nur in der allerdringendsten Noth verlassen.

Das Alles änderte natürlich an der Lage nichts. Von oben wüthete der Vulkan fort, von unten bebte der Boden mit nur kurzen Unterbrechungen. Hundert Erdstöße zählte man in dieser Schreckensnacht, in der kein Auge sich schloß, keiner sein Haus betrat, aus Furcht, unter seinen Trümmern begraben zu werden. Alles blieb auf den Plätzen und breiteren Straßen, die Augen nach dem Berge gerichtet, der fort und fort seinen Steinhagel

in die Lüfte sendete und das von der Nacht und der Rauchwolke zwiefach umdunkelte, von seiner glühenden Asche überschüttete Neapel mit rother Gluth unheimlich erhellte. Um 1 Uhr verdoppelte sich die Wuth des Berges, das Krachen wurde so furchtbar, daß man meinte, der ganze Kegel würde in die Luft gesprengt. Es war die entsetzlichste Nacht, die Neapel je erlebt, und doch stand das weit zurück hinter dem, was die unglücklichen Bewohner der kleineren Ortschaften unmittelbar am Fuße des Vesuvs, von denen viele nicht geflohen waren, durchzumachen hatten, denn das Schrecklichste war noch nicht gekommen, es war bisher nur das Vorspiel zu den Verheerungen, die nun begannen und den neuen so ersehnten Tag mit neuen Schrecknissen erfüllten.

Gegen 9 Uhr Morgens stürzten sich plötzlich drei gewaltige Ströme schlammigen, kochenden Wassers nach verschiedenen Seiten den Berg herab und überdeckten die ganze Gegend westlich, nördlich und nordöstlich vom Vesuv, sie wälzten eine ungeheure Masse von Asche, Bäumen, die sie in ihrem wüthenden Laufe entwurzelt hatten, mit sich herab, ja selbst große Felsen und Häusertrümmer, die sie umgerissen hatten. Die Ebene von Nola war es besonders, die unter diesen Schlammfluthen litt, sie strömten so rasch, daß sie viele Menschen, die mit der Kraft der Verzweiflung ihnen zu entlaufen suchten, einholten und begruben, in einigen Ortschaften, wie z. B. Marigliano, Cicciano, erreichten sie eine Dicke von 6—10 Fuß. Neue Ströme derselben Art brachen nun auch gegen das Meer zu herab und wälzten ungeheuere Massen von Schlamm und Schutt über Portici, Resina und die benachbarten

Orte bis ins Meer. Auf dieser Seite des Berges war ihre Gewalt so groß, daß eine Masse Häuser weggerissen, ja von ihren Fundamenten losgelöst auf dem Strome fortschwammen. So trieb ein ganzes Kloster mit allen seinen Bewohnern, Menschen und Thieren ins Meer hinab, wo sich durch die Masse des herbeigeschwemmten Materials Halbinseln bildeten von 3000 Fuß Länge.

Auch das Meer nahm Theil an diesem furchtbaren Aufruhre der Natur, dreimal zog es sich gegen 9 Uhr des Morgens auf der ganzen Küste von Neapel bis Castellamare bis auf 1/2 Meile vom Ufer zurück und brach dann wieder mit Ungestüm über das Land herein, Schiffe wurden losgerissen und mit einem Male gegen den Molo geschleudert und das Wasser wurde so heiß, daß die Fische davon abstarben. Aehnliche Erscheinungen wurden auch zu Sorrent, Ischia und Nisida beobachtet.

Es war nach 10 Uhr, als in Neapel endlich der Aschenregen etwas nachließ, die Finsterniß etwas geringer wurde, aber nur, um das furchtbarste Schauspiel deutlicher den entsetzten Blicken zu enthüllen. Ein wahres Meer von Feuer, das rasch alle Gewächse in Flammen setzte, zeigte sich, den ganzen Fuß des Kegels von Fosso Grande bis über Bosco tre Kase nach der Meerseite zu umringend, mit einer einzigen Unterbrechung in der Mitte diesseits von Fosso Bianco, als wenn der ganze Berg geschmolzen wäre. Diese ungeheuere Masse glühender Lava, der weder vorher noch nachher je eine an Menge gleichkam, stürzte nun in zahllosen Strömen, deren einzelne mehrere tausend Fuß breit waren, mit rasender Eile den steilen Abhang hinab; weiter unten war ihre Schnelligkeit

ähnlich der eines Flusses. Zu gleicher Zeit drehte sich wieder der Wind, und Regengüsse, als sollte eine Sündfluth erzeugt werden, mit Sand und Asche gemischt, stürzten unter heftigem Donner und Blitz in Strömen herab, alles mit Schmutz bedeckend, was er traf.

Von den vielen kleinen Zweigen abgesehen, theilte sich die Lava in zwei Hauptströme; der eine, westlichere, nahm die Gegend von Portici bis Torre del Greco ein, die Hauptmasse des andern überfluthete die Gegend vom Kamaldulenserkloster bis Torre dell' Annunziata. Deutlich konnte man von Neapel aus sehen, wie sie ihre Wogen dem Meere zuwälzten, Alles in Flammen setzend und versengend, was sie erreichten, Bäume, Häuser, Thiere, auch Menschen, und leider nicht in geringer Anzahl, besonders aus dem Städtchen Torre del Greco.

Wir haben schon erwähnt, daß der Gouverneur dieses blühenden Städtchens in der furchtbaren Aufregung, die sich aller bemächtigt hatte, nichts besseres zu thun wußte, als persönlich einen Trupp Gefangener nach Neapel zu geleiten. Von dort war er auf Befehl des Vicekönigs eilig zurückgekehrt und fand die Stadt, die dem Ausbruchsheerde viel näher liegt, als Neapel, wie begreiflich, in einer grenzenlosen, alle Schilderung übertreffenden Rathlosigkeit und Verwirrung. Die noch vorhandene Bevölkerung hatte sich endlich ebenfalls zur Flucht entschlossen, aber sie wußten nicht wohin, nach Westen oder nach Osten, nach Neapel oder Castellamare. Wer konnte, suchte noch etwas von seinen Habseligkeiten zu retten; so stopften sich die Straßen durch Menschen, Thiere und Wagen. Der Unordnung einigermaßen zu steuern, war die erste

Sorge des Gouverneurs. Ueber seine Befehle weichen die Nachrichten ab; manche behaupten, um etwas die Ruhe herzustellen, habe er ein Verbot ergehen lassen, die Stadt zu verlassen. Eine kostbare Zeit ging nutzlos verloren, die Versäumniß kostete dem größten Theil der Zurückgebliebenen das Leben. Plötzlich nach 11 Uhr verbreitete sich die Schreckenskunde, ein breiter Feuerstrom wälze sich eilenden Laufes gerade der Stadt zu, deutlich erkannte man auch bei der Dunkelheit, in die auch hier Alles gehüllt war, den Feuerschein der glühenden Lava.

Nun ließ der Gouverneur in aller Hast etwa 1000 Menschen um sich versammeln und ordnen; ein verhängnißvoller Zeitverlust.

„Das Feuer, das Feuer!" war der allgemeine Schreckensruf, unter dem sich nun alles eiligst in Bewegung setzte; ein ehrwürdiger Geistlicher zog an der Spitze, der Gouverneur zu Pferde mit vielen Edelleuten schloß den Zug. Kaum war derselbe an dem Thore gegen Neapel angelangt, als plötzlich ein eigenthümliches, seltsames Geräusch vernommen wurde und in demselben Augenblicke aus einer Seitenstraße ein glühender Lavastrom auf den Haufen der Unglücklichen loseilte, der sich sofort in zwei Theile trennte. Der eine, vor dem Lavastrom sich befindende, stürzte sich in die Franziskanerkirche Madonna della Grazia. Der Gouverneur und mit ihm 500 Personen, die hinter ihm sich befanden, suchten nun wieder zurückzukehren und ihr Heil auf der entgegengesetzten Seite nach Torre dell'Annunziata zu, aber es war zu spät. Von allen Seiten, aus allen Straßen stürzte die Lava herab, nicht eine Seele entrann. Ebenso fanden denselben

schrecklichen Tod noch 1500 andere Bewohner der unglücklichen Stadt, die meisten in den beiden Kirchen S. M. del Carmine und della Virgine Rosario, die übrigen theils in ihren Häusern, theils in den Straßen, die sie zu spät für die Flucht betraten. Gerettet wurden nur die in die Franziskanerkirche geflüchteten, aber auch ihr Loos war noch schrecklich genug. Noch zwei entsetzlich qualvolle Tage und Nächte mußten sie in der Kirche, von beständiger Todesangst gequält, zubringen, denn das Wüthen des Berges hörte noch nicht auf und sie durften stets gewärtig sein, daß auch zu ihnen das Feuer den Weg fände. Zu der Todesangst gesellten sich auch noch die Qualen des Hungers und Durstes, so daß manche dazu kamen, das halbverkohlte Fleisch von der Lava versengter Thiere zu essen.

Während dieser Schreckensscenen in Torre del Greco setzte der Feuerstrom seinen Weg unter Sengen und Brennen bis in das Meer hinein fort, Portici und Resina theilweise zerstörend.

Der andere Hauptstrom, der weiter östlich, jenseits des Kamaldulenserklosters herabkam, war von solcher Mächtigkeit, daß er weiter unten zwei Arme von fast einer halben Meile Breite bildete, die sich 600 Fuß weit in das Meer ergossen. Dieser Zweig war es, welcher den größten Theil von Bosco tre Kase und Torre Annunziata gänzlich zerstörte. Noch heute kann man sich überzeugen, daß auch die Tiefe dieser Feuerströme entsprechend ihrer Ausdehnung gewesen; an vielen Stellen beträgt die Lavaablagerung noch jetzt 50—60 Fuß. In weniger als zwei Stunden hatten die Lavaströme das Meer erreicht und

eine blühende, lachende, volkreiche Gegend, der schönsten eine, welche die Erde aufzuweisen hat, in eine schauerliche Wüste des Todes verwandelt. Einzelne Fälle wunderbarer Errettung und blitzschnellen Verderbens sind uns von Augenzeugen aufbewahrt. Einem Manne, der zwei Kinder mit sich zog, riß die Lava beide hinweg, ihn berührte sie nicht. Ein andrer eilte neben 2 Wagen vorbei, gefüllt und umgeben von Menschen, die, gleich ihm, auf der Straße nach Neapel flüchteten. Unmittelbar nachdem er sie überholt, sah er sich um; auf der ganzen Straße war nichts mehr zu sehen, als ein sie kreuzender mächtiger Feuerstrom.

Trotz des Feuerscheines des Berges und der Lava war in Neapel die Dunkelheit um Mittag noch so groß, wie um Mitternacht, um so greller und unheimlicher zeichnete sich der Lauf des verderblichen Gluthstromes ab, im Meere noch flammten Bäume auf, die er nahe demselben mit sich gerissen hatte, und zwar so heftig, daß kurze Zeit die Furcht Platz ergriff, es hätten sich neue Kratere in der See selbst geöffnet.

Da das Unheil, statt sich zu verringern, so sich vermehrt hatte, ordnete der Cardinal um 1 Uhr eine neue Procession an, an der er, trotz seines Unwohlseins, nun selbst Theil nahm. Aber die furchtbaren Regengüsse ließen sie erst um 3 Uhr vor sich gehen. Sie begab sich zuerst nach der Hauptkirche, wo man das Gefäß mit dem Blute des heiligen Januarius abholte, dann ging es gegen die zunächst bedrohten Stadttheile zu. Nahe an dem Thore gegen Kapua sah man eine ungeheuere Aschenwolke, welche den Vesuv verhüllte und gegen die Stadt heranzog. Da

erhob der Kardinal dreimal das Blut des Heiligen gegen den Berg zu, und sofort, so berichten mehrere Geschichtschreiber, sah man die Wolke dem Meere sich zuwenden. Während dieses Tages hatte der Aschenregen sich über ungeheuere Strecken verbreitet, und überall, wo er fiel, je nach seiner Stärke Entsetzen oder Verwunderung erzeugt. Besonders weit erstreckte sie sich, vom Winde begünstigt, nach Osten zu. Jenseits des Adriatischen Meeres fiel sie noch an einzelnen Punkten der Küste 4 Zoll dick, sie erreichte selbst Konstantinopel, wo dieses wunderbare Ereigniß noch großen Schrecken erregte und wurde bis nach Euböa und über die südlichsten griechischen Inseln getragen.

Auch diese Procession hatte nicht den gewünschten Erfolg. Den Rest des 17. und die Nacht auf den 18. trat keine Veränderung der Lage ein, der Berg rastete nicht und warf mit gleicher Heftigkeit Rauch, Asche und glühende Steine empor, die Feuer- und Rauchsäule schien sich nur noch höher zu erheben; Braccini, der als Augenzeuge das Ereigniß schilderte, schätzte ihre Höhe auf 9 g. M. Auch dieser Tag wurde unter Todesangst mit allgemeinen Gebeten und Processionen hingebracht. Die Kirchen waren noch immer so belagert und überfüllt von Menschen, daß die in der Mitte sich befindlichen die Kirche nimmer verlassen konnten. Die Luft in diesen Räumen wurde zu einem solchen Grade verpestet, daß die Priester nicht mehr ihres Amtes darin walten konnten.

Endlich nach drei furchtbaren Tagen ließ das Wüthen des Berges etwas nach, so daß der Vicekönig nun auch an die mehr bedrohten Orte der Küste Hülfe zu bringen für

möglich hielt. Er sandte zwei Galeeren mit einer großen Zahl kleinerer Fahrzeuge ab, um zu helfen, wo noch zu helfen war. Die eine Galeere mit den kleineren Schiffen war nach Torre del Greco, die andere nach Torre dell' Annunziata bestimmt. Die letztere konnte nur zu schnell wieder mit den anderen sich vereinigen. Sie fanden von der Stadt und ihren Bewohnern nichts mehr, als einen Trümmerhaufen und drei Menschen, zwei Kapuziner und einen Diener des Prinzen von Botera, beschäftigt, einiges von den werthvollsten Gegenständen seines Herrn einzuschiffen. Es bot einen entsetzlichen Anblick und Scenen des Jammers dar, die unbeschreiblich sind. Eben trug man eine Menge Unglücklicher zu den Schiffen, welche die Lava nicht ganz begraben, aber doch erreicht hatte. Diesem fehlten die Füße, jenem die Hände, andere lagen über und über mit Brandwunden bedeckt, Aeußerungen leiblichen und geistigen Schmerzes in allen Graden erfüllten die Luft. Zweitausend Opfer waren hier unter der Lava, der Asche und den Trümmern der Häuser begraben. An diesem einen Tage nahm man von den verschiedenen Punkten der Küste noch 1000 Menschen auf, welche jedes Obdachs entbehrten; sie fanden in Neapel die freundlichste Aufnahme; wer nur konnte, nahm die armen Flüchtigen auf. Erst nach einigen Tagen, als die Ausbrüche des Berges nachließen, verließen dieselben nach und nach die Stadt, doch blieben 2200 bis Ende Januar in derselben.

Gleichzeitig mit den beiden Hülfesendungen auf dem Meere suchte man auch von der Landseite her den Orten der größten Verwüstung nahe zu kommen, um die Leben-

den zu erhalten und die Todten zu bestatten, da man das Ausbrechen von Seuchen befürchtete, wenn die vielen Leichen von Menschen und Thieren unbedeckt liegen blieben. Unter den Ausgesandte waren 150 Erdarbeiter und 600 Gerber, die durch ihre Stärke und ihren Muth bekannt waren; diese sollten zugleich so viel als möglich die Straße wieder herstellen. 1/4 Meile vor Portici, an der Kirche Madonna del Socorso, begann schon die Ueberfluthung der Straße durch die Schlammströme. Man arbeitete aber so eifrig mit Hacke und Schaufel, daß man schon am Abend mit Wagen bis Resina gelangen konnte. Die Lavamasse bei Granatello war zwar außen erstarrt, aber im Innern noch glühend. Man durchbrach die rauhe Oberfläche und stellte durch Erde und zwei Dämme einen einigermaßen fahrbaren Weg über den hügelartig emporragenden Strom her.

Während diese Arbeiten vor sich gingen, wurden noch 115 Leichen beerdigt, die dabei theils im Freien, theils in 12 mehr oder weniger zerstörten Häusern gefunden wurden. Als sich die Erscheinungen des Ausbruches noch mehr verminderten und die Spitze des Berges wieder sichtbar wurde, sah man mit Erstaunen, daß der große Kegel bedeutend an Höhe abgenommen, während der obere Krater eine ungeheuere Ausdehnung gewonnen hatte.

Am 20. Dezember wurden die Arbeiten auf der Straße fortgesetzt und nach zwei Richtungen hin weitergeführt, ein Theil der Arbeiter suchte nach Torre del Greco zu kommen, die anderen arbeiteten auf der Westseite des Berges nach Norden zu. Die erste Abtheilung

hatte zwischen Resina und Torre del Greco über vier Lavaströme eine Bahn zu schaffen. Auf der kurzen Strecke einer halben Meile hatten sie wieder 100 Leichen zu bestatten. Auch ihrer wartete in Torre del Greco, als sie es endlich erreicht hatten, noch der schrecklichste Anblick. Zwar fanden sie nicht mehr viel Leichen zu bestatten, bei den meisten hatte Asche und Lava dieses Geschäft besorgt, aber die wenigen, die nicht ganz bedeckt waren, boten einen schauderhaften, herzerstarrenden Anblick dar, in der Stellung, in welcher sie der qualvollste Tod ereilt, von der erkalteten Lava festgehalten, ragten sie bald mehr, bald weniger aus derselben hervor; nur mit der größten Mühe gelang es, sie loszumachen, um sie zu bestatten. In vielen Fällen war es nicht möglich, dem grimmen Feinde seine Beute ganz zu entreißen, wieviel Schreckliches mochte von ihm unter der bereits starren Oberfläche verborgen sein! Wir wollen nicht weiter an diese Schrecknisse erinnern. Mit dem Aufhören der Lavaergüsse war eine entschiedene Abnahme der Thätigkeit des Berges eingetreten, doch dauerte es noch mehrere Wochen, bis mit dem Berge auch die Gemüther der Menschen einigermaßen zur Ruhe gelangten. Erst nach dem 1. Januar hörten die Feuerausbrüche auf, die Erdstöße, wenn auch noch sehr heftig, machten sich nur noch selten fühlbar, der Aschenfall verschwand, die Dampfmassen verminderten sich, so daß im Monat März der Vulkan nur noch geringe und unschädliche Zeichen seiner Thätigkeit gab. Eine genaue Messung des großen Kegels ergab nun, daß derselbe um 168 Meter niedriger geworden war und unter den Wall des Monte Somma, den er früher um 60 Meter überragt hatte, um

108 Meter herabgesunken war. Der Umfang des Kraters dagegen, der vorher nur 2000 Meter betrug, hatte sich auf etwas mehr als 5000 Meter erweitert. Erst jetzt war es auch möglich, genau die Verheerung zu übersehen, welche sowohl in der nächsten Umgebung des Berges, wie auch in weiteren Kreisen der Ausbruch desselben angerichtet hatte. Am weitesten hin hatte die Asche die Verwüstung getragen; bis nach Ariano, östlich vom Vesuv, in einer Entfernung von 8 g. M., bildete sie eine Decke von 9—18 Fuß, ja nach einem Augenzeugen erreichte sie die Dächer der Häuser. Ganz Kampanien war aus einem lachenden, üppigen Lande plötzlich in eine aller Vegetation beraubte Wüste verwandelt, denn wo auch noch Bäume standen, waren sie abgestorben und mit Asche überdeckt, auf dem schwärzlichen Grunde lagen da und dort die Leichen von Thieren, welche der Tod hier ereilt. Auf der Nordseite des Vesuvs bot die Gegend bis auf 3 Meilen Entfernung den Anblick eines schwarzen Meeres dar.

Wie es mit den Ortschaften am Fuße des Vesuvs aussah, hat die Schilderung des Ausbruches schon zum Theil vermuthen lassen. Vor derselben waren sie alle schöne, blühende, reiche Gemeindewesen, Torre del Greco eine Stadt von 2000 Feuerstellen. Von diesem stand noch kaum der dritte Theil und auch dieser in einem ruinenhaften Zustande. Sechs Kirchen waren völlig zerstört, von zweien, der Kirche del Carmine und Rosario, wohin sich viele Bewohner geflüchtet hatten, konnte man nicht einmal die Stelle mehr finden, wo sie gestanden, so völlig überdeckt war Alles von Asche und Lava. Außerdem waren die Ländereien und Aecker in Steinwüsten verwandelt, der

Hafen für immer verschüttet. Von Torre Annunziata standen noch zwei Paläste der Familien Kolonna und Botera und 15 Häuser, das Uebrige war verschüttet, in gleicher Weise das Dörfchen Bosco tre Kase. Das Flüßchen, das daran vorbeifloß und eine Menge Mühlen trieb, war vollständig ausgefüllt, seine Wasser versiegt. Selbst der weiter südlich fließende größere Sarno war aus seinem Bette verdrängt. Ein großer Theil von Resina war von der Lava verschlungen, das benachbarte Granatello, berühmt durch seine zauberischen Gärten und prachtvollen Granatenbäume, die ihm seinen Namen verschafften, war völlig verschwunden. Von Portici war ein Drittel von den Schlammströmen zerstört. Dasselbe Schicksal theilten mehr oder minder alle die Dörfer, welche den Vesuv umlagerten, besonders wurden die nach Nordosten gelegenen von den Wasserströmen, der Asche und den ausgeworfenen Felsen heimgesucht. Man kann sich eine Vorstellung von der furchtbaren Gewalt machen, welche in den Vulkanen wirkt, wenn man hört, daß die ausgeschleuderten Steine bis nach Malfi, 16 g. M. östlich vom Vesuv, flogen, daß bei Somma am nördlichen Fuße des Vulkan ein solcher Block niederfiel, der 500 Centner wog. Wie groß die Aschenmenge in der nächsten Umgebung des Berges gewesen sein muß, davon gibt der Umstand einen Begriff, daß längs der ganzen Küste dieselbe das Meer um 2700 Fuß verdrängte. Im Ganzen waren es mehr als 110 Städte und Dörfer, welche durch diesen Ausbruch verwüstet waren.

Viele in Stein gehauene Inschriften geben noch jetzt Nachricht von dem furchtbaren Ereignisse und alljährlich

wird in Neapel am 16. Dezember die Erinnerung an dasselbe und die Dienste, welche das Blut des heil. Januarius der Stadt Neapel dabei geleistet, gefeiert. —

So furchtbar, wie diese beiden Eruptionen vom Jahre 79 und 1631, hat sich keine mehr seitdem gezeigt, freilich sind auch nie mehr so lange Pausen zwischen zwei Ausbrüchen beobachtet worden. Sie rechtfertigen die Annahme, die auch anderweitige Beobachtungen bestätigen, daß je längere Zwischenräume zwischen zwei Eruptionen sind, desto heftiger dieselben sich zeigen.

An keinem Vulkane sind so genau und so häufig die vulkanischen Erscheinungeu beobachtet worden, als an dem Vesuve, in dessen Nähe sich ein Observatorium befindet, welches denselben stets zu überwachen die Aufgabe hat; auch an dem Aetna hat man nur zu häufig Gelegenheit, dieselbe in ihrem Verlaufe zu verfolgen.

Nicht immer, was wohl auch kaum der Erwähnung verdient, sind die Eruptionen von großer Heftigkeit und zum Glücke bringen sie auch nur selten so großen Schaden. Aber wenn sie auch dem Grade nach sehr verschieden sind, so bieten sie doch immer ein ähnliches Bild dar, das freilich auch für jeden Vulkan seine originellen, an anderen nicht so bemerkbaren Züge aufweist.

Nachdem wir durch die beiden vorangehenden Schilderungen schon eine klare Anschauung von dem Gesammtbilde einer Eruption bekommen, wollen wir, ohne solche ausführliche Beschreibungen von Ausbrüchen anderer Vulkane noch anzufügen, etwas näher die einzelnen Phasen eines solchen Vorganges betrachten und dieselben noch

einmal so kurz an uns vorübergehen lassen, wie sie gewöhnlich nach einander auftreten.

Meist gehen den Ausbrüchen mehr oder weniger auffallende Erscheinungen voraus, die als Vorboten des nahenden Sturmes von den Bewohnern vulkanischer Gegenden wohl beachtet und in ihrer Bedeutung erkannt werden. Leichte Erderschütterungen mit unterirdischen Geräuschen, Veränderungen des Kraters, Spaltenbildungen im Berge werden als die gewöhnlichsten Vorboten betrachtet. Häufig bemerkt man auch, daß Quellen und Brunnen versiegen, an hohen mit Schnee bedeckten Bergen schmilzt oft sehr rasch derselbe an dem Gipfel hinweg, namentlich an dem Cotopaxi hat man diese Erscheinung sehr oft beobachtet. Aus dem Krater steigen nun immer dichter und dunkler Dampf und Rauchwolken empor, sie reißen immer mehr Sand, Steinchen und größere Trümmer mit sich in die Höhe, wohl größtentheils herstammend von den alten, den Kanal in der Tiefe verstopfenden Massen. Auch jetzt dauern die Erschütterungen begleitet von furchtbarem Getöse fort, meist steigt dann nach einem besonders gewaltigen Stoße, der oft von lautem Gekrache begleitet ist, zugleich mit einer ungeheueren Anzahl von Steinen eine riesige, unbewegt über dem Krater stehende Feuersäule empor. Wie eine feurige Garbe breiten sich die ausgeschleuderten Massen aus, stürzen theils in den Krater, unter lautem Geprassel auf die nachkommenden stoßend, wieder zurück, theils fallen sie, in großem Bogen über den Kraterrand fliegend, am Fuße oder in noch größeren Entfernungen von dem Vulkane zur Erde nieder. Dichte Dampfwolken steigen in gewaltige Höhen und geben Ver-

anlassung zu den heftigsten Gewittern und wolkenbruchartigen Regengüssen, die, mit der Asche sich vereinigend, jene verheerenden Schlammströme bilden, die oft mehr Schaden anrichten, als die eigentlichen Lavamassen. Endlich, aber nicht bei jeder Eruption aller Vulkane haben die glühenden flüssigen Massen, die unter dem gemeinschaftlichen Namen Lava bekannt sind, den Rand des Kraters erreicht oder an einer andern Stelle des durch die heftigen Erschütterungen zerrissenen Berges sich Bahn gebrochen und schießen nun anfangs mit Windeseile den Abhang des Berges hinab, alles entzündend und versengend, was sich ihrem Laufe entgegensetzt, langsam unter einer Schlackenkruste sich fortwälzend und noch immer heiße Dämpfe ausstoßend, wenn sie am Fuße auf weniger geneigtem Boden sich bewegt. Mit dem Lavaerguß ist gewöhnlich die Eruption auf ihrem Höhepunkte angelangt, die Erscheinungen verlieren sich allmählich in umgekehrter Ordnung, wie sie gekommen. Die Lavaergüsse hören zuerst auf, der Steinregen läßt nach, der Feuerschein verliert sich, die Rauchwolke wird weniger dicht und dunkel, zuletzt sieht man nur noch eine leichte, dünne Rauchwolke sich erheben, auch diese verliert sich und der Vulkan versinkt nun wieder in tiefere oder weniger tiefe Ruhe von längerer oder kürzerer Dauer.

Wir wollen die wichtigsten dieser einzelnen Vorgänge nun etwas näher betrachten.

Unter den Vorboten und Anfängen der Eruption sind es die **Erschütterungen des Bodens**, welche wir als die wichtigsten zu betrachten haben, sie zeigen, daß die unterirdischen Kräfte ihr Spiel gegen die Oberfläche bereits begannen. Oft in leichten Stößen unter



Fig. 22. Eruption des Vesuvs von 1737.

eigenthümlichem Geräusche, wie es vor Beginn der Eruption von 1631 bemerkt wurde, oft aber auch in eigentlichen Erdbeben kündigen sie sich an. Sie werden in vielen Fällen nur in der Umgebung des Berges selbst verspürt, manchmal breiten sie sich aber auch über große Länderstrecken aus, zuweilen sind sie nur am Anfange einer Eruption bemerklich, öfters begleiten sie dieselbe ihre ganze Dauer hindurch und steigern sich zu den heftigsten Bewegungen des Bodens, so daß Häuser und Mauern niederstürzen. Welche Gewalt dieselben haben, das zeigte unter andern die Eruption des Aetna vom Jahre 1669, bei welcher durch dieselben der Berg vom Gipfel gegen den Fuß zu förmlich gespalten wurde. Es bildete sich eine Kluft von 6 Fuß Breite und 3 Meilen Länge und mit einer Verschiebung der beiden Theile gegen einander. Auch bei einer Eruption im Jahre 1832 hat man eine ähnliche Verrückung der beiden Seitenwände einer Spalte und zwar um 3 Fuß beobachtet. Nun erheben sich aus den Spalten des Kraters Dampf- und Rauchmassen, bald begleitet von gröberen Stoffen. Die Dampfmassen sind unzweifelhaft Wasserdampf, dem mancherlei Gase beigemengt sind, das dunkle Aussehen dieser Massen wird vorzugsweise durch die s. g. Asche bedingt, die im feinsten staubartigen Zustande aschgrau erscheint, aber sonst keine Aehnlichkeit mit der Asche hat. Sie wird von den Dämpfen mit in die Höhe gerissen und, wie wir bereits oben angegeben haben, oft auf ungeheuere Entfernungen von den Winden fortgeführt. Die Dampfwolken verdichten sich nun, da in der Höhe, bis zu welcher sie sich erheben, die von Manchen zu 10,000 Fuß über dem Gipfel angegeben

wird, eine sehr niedrige Temperatur herrscht und erzeugen so die furchtbaren Regengüsse, die auf und um den Berg herum fallen und beim Herabstürzen von den steilen Abhängen des Berges mit der Asche sich zu den so gefürchteten Schlammströmen vereinigen. Diese Wassermassen vermehren sich noch im hohen Grade, wenn die Gipfel der Vulkane mit Schnee und Eis bedeckt sind, wie dieses bei den sehr hoch emporsteigenden amerikanischen oder bei den in hohen geographischen Breiten liegenden, z. B. bei denen der Insel Island, der Fall ist. Auch an dem Aetna sind öfters schon Eruptionen beobachtet worden, bei welchen Lavaströme plötzlich ungeheuere Eis- und Schneemassen zum Schmelzen gebracht und dadurch so gewaltige Wasserströme erzeugt haben, daß man selbst glaubte, der Berg hätte das Wasser ausgespieen. Am entsetzlichsten sind diese Fluthen bei den Vulkanen der Insel Island, wo sie die großartigsten und verheerendsten Ueberschwemmungen erzeugen. Bei der furchtbaren Eruption des Katlegiaa im October 1755 schmolz gleich beim Beginne derselben eine so ungeheuere Masse Schnee und Eis, daß Eisblöcke von den Gletschern, welche den Berg umlagern, bis zu Hausgröße mit hinabgetragen, Sand und Steine in unglaublicher Menge mit fortgerissen und eine 10 Meilen lange und 5 Meilen breite Fläche vollständig verschüttet wurde. Vom Jahre 1721 an wiederholten sich die Ausbrüche und diese Ueberschwemmungen in einem solchen Grade, daß die Eismassen einen 3 Meilen weit in das Meer hineinragenden Wall um die Küste bildeten.

Man hat oft über den Ursprung der Wassermassen, welche bei vulkanischen Eruptionen von den Bergen sich

herabwälzen, die verschiedenartigsten Vermuthungen ausgesprochen. Bei vielen derselben hat eine genauere Untersuchung ergeben, daß außer dem Regen nur noch die von ihm geschmolzenen Schnee- und Eismassen die Fluthen erzeugten. Doch sind auch namentlich an den amerikanischen Vulkanen schon häufig Wassermassen geliefert worden, die, zum Theile wenigstens, aus unterirdischen Höhlungen und mit Wasser gefüllten Spalten herrühren mußten. Sie enthielten nehmlich schon oft kleine Fische in größerer Menge, die nur in solchen Wasseransammlungen unter der Oberfläche leben. Wenn man sich vergegenwärtigt, wie durch die Eruption eines Vulkanes derselbe nach allen Seiten von Klüften und Spalten durchzogen wird, die jedenfalls in große Tiefen hinabführen, wie im Berge selbst und unter ihm ungeheuere Hohlräume vorhanden sein müssen, da dabei stets von seinem eigenen Körper Theile mit in die Höhe geschleudert werden, so leuchtet sofort auch ein, daß es an Hohlräumen in ihm nicht fehlt, in denen sich das atmosphärische Wasser ansammeln kann. „Vulkane, welche, wie die der Andeskette, ihren Gipfel hoch über die Grenze des ewigen Schnees erheben, bieten eigenthümliche Erscheinungen dar. Die Schneemassen erregen nicht blos durch plötzliches Schmelzen während der Eruption furchtbare Ueberschwemmungen, Wasserströme, in denen dampfende Schlacken auf dicken Eismassen schwimmen; sie wirken auch ununterbrochen, während der Vulkan in Ruhe ist, durch Infiltration in die Spalten des Trachytgesteins. Höhlungen, welche sich an dem Abhange oder am Fuße der Feuerberge finden, werden so allmählich in unterirdische Wasserbehälter verwandelt, die mit den

Alpenbächen des Hochlandes von Quito durch enge Oeffnungen vielfach communiciren. Die Fische dieser Alpenbäche vermehren sich vorzugsweise im Dunkel der Höhlen; und wenn dann Erdstöße, die allen Eruptionen der Andeskette vorhergehen, die ganze Masse des Vulkans mächtig erschüttern, so öffnen sich auf einmal die unterirdischen Gewölbe und es entsteigen ihnen gleichzeitig Wasser, Fische und tuffartiger Schlamm. Dies ist die sonderbare Erscheinung, welche der kleine Wels der Cyclopen*), die Prennadilla der Bewohner der Hochebene von Quito gewährt. Als in der Nacht vom 19. zum 20. Junius 1698 der Gipfel des 18,000 Fuß hohen Berges Carguairazo zusammenstürzte, so daß vom Kraterrande nur zwei ungeheuere Felshörner stehen blieben, da bedeckten flüssiger Tuff und Unfruchtbarkeit verbreitender Lettenschlamm (Lodazales), todte Fische einhüllend, auf fast 2 Quadratmeilen die Felder umher. Ebenso wurden 7 Jahre früher die Faulfieber in der Gebirgsstadt Ibarra, nördlich von Quito, einem Fischauswurfe des Vulkans Imbaburu zugeschrieben." (A. v. Humboldt. Kosmos I.)

Für niedrigere und dem Meere sehr nahe Vulkane hat man selbst eine unmittelbare, wenn auch nur vorübergehende Verbindung mit dem Meere in der Tiefe angenommen. Bei den heftigen Erschütterungen des Bodens während einer Eruption und den Zerreißungen und Spaltungen derselben ist die Möglichkeit der Herstellung einer solchen wohl denkbar, wenn auch schwer erweisbar. Doch möchten wohl alle Geologen zugestehen, daß die unge-

*) Pimelodes Cyclopum, eine Welsart.

heueren Massen von Wasserdampf, welche einem Vulkane während einer Eruption entströmen, wohl kaum atmosphärischem Wasser allein ihren Ursprung verdanken und die Beobachtung, daß alle Vulkane an Meeren oder in der Nähe großer Wasseransammlungen sich befinden, macht es mehr als wahrscheinlich, daß in der Tiefe Wasser in den Vulkan eintreten kann und muß. Wenn wir die Frage nach der Ursache der vulkanischen Erscheinungen besprechen, werden wir noch einmal auf diesen Gegenstand zurückkommen.

Nächst der Wolke und ihren Regengüssen ist es die Asche, welche von jeher die Aufmerksamkeit in besonderem Grade erregt hat. Daß sie nicht der Rest einer verbrennlichen Substanz ist, braucht wohl kaum erwähnt zu werden, sie verdankt ihren Namen nur dem Umstande, daß sie ein der Asche ähnliches, meist graues Pulver darstellt, doch hat sie auch manchmal eine schwarze, braune oder gelbe Farbe. Die chemische Untersuchung ergibt, daß sie aus denselben Bestandtheilen zusammengesetzt ist, wie die Lava, also als höchst fein vertheilte Lava zu betrachten ist. Weniger einig sind die Ansichten darüber, wodurch sie in den feinpulverigen Zustand versetzt wird. Daß bei dem furchtbaren Aufeinanderstoßen der tausende von Fußen in die Höhe geschleuderten Steine, wenn sie herabfallen und sich mit den eben im Aufsteigen begriffenen treffen, ein großartiger Zertrümmerungs- und Zerstäubungsproceß stattfinden muß, ist wohl außer allem Zweifel, bei der ungeheueren Menge der Asche dürfte jedoch diese Entstehungsart derselben allein kaum eine ausreichend ergiebige Quelle für dieselbe liefern und man hat deswegen

auch andere Bildungsweisen für dieselbe angenommen. Die Beobachtung, daß dem Durchmesser des Kraters entsprechende gewaltige Dampfblasen fort und fort während der Eruption aus demselben aufsteigen und sofort schon Asche mit sich in die Höhe führen, macht die Annahme sehr wahrscheinlich, daß durch diese heftig hervorbrechenden Dampfmassen ein Theil der Lava in feine an der Luft rasch erhärtende Tröpfchen zerstiebe, wie wenn aus einer Spritze Luft mit Wasser gemischt ausgetrieben wird.

Die Menge der Asche, welche den Vulkanen entsteigt, ist eine ganz unglaublich große, ebenso die Entfernung, bis zu welcher sie getragen wird. Wir haben bei der Schilderung des Ausbruches des Vesuves vom Jahre 1631 schon erwähnt, daß sie bis nach Konstantinopel, d. i. 157 g. M., weit getragen wurde. Dasselbe berichtet Procopius von dem Ausbruche 472 n. Chr. Geb. Es sind aber Beispiele bekannt, daß selbst auf noch größere Entfernungen hin dieselbe getragen wurde. Bei der furchtbaren Eruption des kleinen Vulkanes Cosiguina auf der Landenge von Panama 1835 fiel die Asche desselben in Kingston auf der Insel Jamaica, also in einer Entfernung von 170 g. M., noch so reichlich, daß sich der Himmel vollständig verdunkelte, und bei einem Ausbruche des Tomburu auf der Insel Sumbava im Jahre 1815 wurde die Asche bis nach Benkulen auf der Westküste von Sumatra, also bis auf 240 g. M., getragen. Daß die Menge derselben in solchen Fällen eine ganz ungeheuere sein müsse, ergibt eben eine einfache Betrachtung des Flächenraumes, über den sie sich ausbreitet. Doch ist es sehr schwer, wegen der sehr wechselnden Dicke, die ihre

Lager an den verschiedenen Stellen erreichen, eine genaue Schätzung derselben vorzunehmen. Wo man aber eine solche versucht, zeigt sich, daß die Menge der Asche oft viel beträchtlicher ist, als die des ganzen Berges. Es sind nicht die größeren Vulkane, welche die verheerendsten Aschenauswürfe zeigen, die stärksten sind gerade von niedrigeren Vulkanen geliefert worden. Bei der erwähnten Eruption des kleinen Cosiguina war der Aschenauswurf ein so bedeutender, daß eine vollständige Finsterniß in einem Umkreise von 35 Meilen um den Vulkan stattfand. Noch mächtiger war der Aschenfall bei dem Ausbruche des Tomboru auf der Insel Sumbava im April 1815. Er verwüstete nicht nur diese Insel vollständig, so daß alle Vegetation erstickte, sondern erstreckte sich in nördlicher Richtung bis nach Celebes, 40 M. weit, und über Java westlich, 70 M. weit, in solcher Stärke, daß über diesen ganzen Raum der Tag in dunkle Nacht verwandelt wurde. An der Ostküste Java's lag dieselbe noch 9 Zoll tief, am Fuße des Berges 4 Fuß. Nach Zollingers Berechnungen bedeckte die Asche einen Flächenraum von 46,000 g. Q.-M., der ungefähr viermal so viel als Deutschland umfaßt, und ihre Menge betrug $2^1/_2$ g. K.-M. Vergleichen wir dieselbe mit der Masse eines ganzen Berges, so finden wir sofort, welche gewaltigen Mengen fester Substanz in der feinen Asche und den kleinen Sandkörnchen, als welche die gröberen Theile derselben erscheinen, aus dem Innern der Erde hervorkommen. Der Vesuv z. B. hat bei einem Durchmesser seiner Basis von $1^1/_2$ g. M. ca. $^1/_7$ g. M. Höhe einen Kubikinhalt von $^1/_{12}$ g. M. Die Asche des Tomburu würde

daher hinreichen, 30 Berge von dem Umfange des Vesuvs aufzuschütten. Bedenkt man nun, wie oft sich an einem und demselben Vulkane diese Ausbrüche wiederholen, daß jeder solche Massen, wenn auch nicht immer in gleich hohem Betrage, zu Tage fördert, daß neben der Asche auch noch andere Producte mit heraufkommen, besonders als Lava, so kann man sich denken, welche ungeheuere Höhlungen unter dem Berge im weiten Umkreise in der Tiefe sich bilden müssen, und erkennt daraus sofort, daß man in den vulkanischen Eruptionen nicht ein rein örtliches, nur auf den Berg und seine nächste Umgebung beschränktes Phänomen vor sich habe.

Bei der Schilderung der beiden Ausbrüche des Vesuvs wurde der heftigen Gewitter schon Erwähnung gethan, welche ein nie fehlender Begleiter derselben sind. Wie bei den schwersten Gewittern zucken die Blitze unaufhörlich aus der dunkeln über dem Berge sich ausbreitenden Wolke und in schauerlicher Weise antwortet dem Brüllen der Erde der Donner vom Himmel. Es ist schon öfter vorgekommen, daß von diesen Blitzen Menschen erschlagen wurden. Bei der gewaltigen Eruption des Katlegiaa auf Island im Jahre 1755 wurden von einem solchen Strahle zwei Landleute und elf Pferde getödtet. Die Entstehung dieser so heftigen, aber nur auf die Gegend um den Berg beschränkten Gewitter hat durch eine zufällige Entdeckung vor wenigen Jahren eine befriedigende Aufklärung gefunden. An einem Dampfkessel einer Maschine war ein Riß entstanden, aus dem sehr heftig Dampf ausströmte. Zufällig berührte Jemand den Kessel und bemerkte eine starke electrische Entladung, wie von einer kräftigen Electrisir-

maschine. Nähere Untersuchungen führten nun zu der Entdeckung, daß aus einer verhältnißmäßig engen Oeffnung sehr rasch ausströmender Wasserdampf eine beträchtliche Menge Electricität erzeuge und man hat darauf gestützt förmliche Dampfelectrisirmaschinen construirt. Eine solche Dampfelectrisirmaschine im großartigsten Maßstabe stellt nun ein Vulkan im Zustande der Eruption dar. Wenn man den oft mehrere tausend Fuß betragenden Durchmesser eines Kraters und die ungeheueren mit rasender Schnelligkeit aus demselben hervorbrechenden Dampfmassen sich vergegenwärtigt, wird man das Entstehen dieser Gewitter wohl begreiflich finden.

Neben dem Rollen des Donners in den Wolken wirkt aber in gleicher Weise betäubend das entsetzliche Getöse, welches der Berg während seiner Thätigkeit verursacht. Bald als ein furchtbares Krachen und Prasseln, bald als ein wüthendes Gebrülle, bald wie eine Salve aus grobem Geschütz, wird derselbe von Augenzeugen geschildert. Mancherlei Vorgänge erzeugen diesen wahrhaft infernalischen Lärm. Das Aufeinanderprasseln der eben im Fallen begriffenen Steine mit den eben ausgeschleuderten, das Auffallen der zahllosen größeren, fuß- ja hie und da klaftergroßen Blöcke auf den Berg, das Zischen der hervorbrechenden Dampfmassen, vor Allem aber die uns unsichtbaren Vorgänge im Innern des Berges, die offenbar einen explosionsartigen Charakter an sich tragen, erzeugen dieselben. Kein Donner, kein irdisches anderes Getöse kommt demselben an Heftigkeit nur im Geringsten nahe, keines wird auch nur auf den zehnten Theil der Entfernung vernommen, wie die gewaltige Stimme der

Vulkane. So hörte man bei der großen Eruption des Kotopaxi im Jahre 1744 noch in der Stadt Honda am Magdalenenflusse, 109 g. M. nördlich von demselben, sein Toben wie unterirdischen Kanonendonner. Die eigenthümlichen, momentan auftretenden, furchtbaren Detonationen, welche bei allen heftigeren Eruptionen angegeben werden, waren bei dem schon erwähnten Ausbruche des Cosiguina in Central-Amerika so gewaltig, daß sie noch bei Sta. Fé de Bogota in Süd-Amerika, 230 Meilen davon, deutlich wie das ferne Rollen des Donners vernommen wurden. Aber auch diese Leistung war nicht die stärkste, die man in dieser Beziehung kennt. Als der Tomburu auf Sumatra bei derselben Eruption, welche auch durch ihren furchtbaren Aschenregen so ausgezeichnet war, seine Stimme erhob, wurde dieselbe auf der Insel Java in der Stadt Joghakerta, 95 Meilen vom Vulkane entfernt, so entschieden für Kanonendonner genommen, daß eine Truppenabtheilung aufbrach in der Absicht, dem vermeintlich angegriffenen benachbarten Militärposten zu Hülfe kommen zu müssen. Bis auf die Insel Sumatra, in einer Entfernung von 260 g. M., also so weit wie vom Aetna nach der Insel Rügen, wurde das Brüllen des Berges deutlich vernommen. Auch das spricht dafür, daß der Ursprung dieser heftigen Getöse im Innern der Erde seinen Sitz haben muß und unmittelbar im Boden selbst auf so große Entfernungen fortgeleitet werde.

Mitten in diesem Aufruhre und Toben des Berges erhebt sich meist nach einer heftigen Erschütterung und lautem Krachen in Riesengröße eine gewaltige Feuersäule. „Selbst Sturmwinde vermögen sie nicht zu beugen,

und während Wolken von Rauch, Asche und Steinen durch die Winde über das Land fortgeführt werden, so steht die hohe Feuersäule immer senkrecht auf dem Vulkane und Asche und Steine fliegen horizontal an ihr vorbei.“ (L. v. Buch.) Schon das läßt erkennen, daß wir es hier nicht mit hoch emporlodernden Flammen zu thun haben, denn die würde der Sturmwind beugen, sondern mit einem Feuerscheine. Es sind die aus dem Krater ausgeschleuderten Massen, Steine, Asche und emporgewirbelte Lavafragmente, welche theils selbst glühend sind, theils von der wie geschmolzenes Eisen ein intensives blendendes Licht ausstrahlenden Lava grell beleuchtet, diese scheinbare Feuersäule erzeugen. Sie erreicht deswegen dieselbe Höhe und dieselbe Breite, wie die ausgeworfenen Massen. Die feuerspeienden Berge speien also kein Feuer; nur hie und da, aber mehr, wenn die Vulkane im Zustande der Ruhe sind, zeigen sich aufzuckende Flämmchen, von brennendem Gase oder Schwefel herrührend. Namentlich bei einigen Vulkanen der Sandwichinseln ist dieses beobachtet worden, doch sieht man sie nur, wenn man dem Krater sich nähert, und sie tragen nichts zu der Feuersäule bei, welche den Vulkanen den Namen feuerspeiende Berge verschafft haben. So beschreibt Ellis den mit Lava gefüllten Krater von Kilauea auf Hawai, den er 1823 besuchte, folgendermaßen: „Unmittelbar vor uns gähnte ein ungeheuerer Schlund in der Form des Halbmondes, etwa 2 engl. Meilen lang, 1 breit und anscheinend 800 Fuß tief. Der Grund war mit Lava gefüllt und der südwestliche und nördliche Theil desselben war eine breite Fluth flüssigen Feuers in einem Zustande furchtbaren Aufwallens, hin

und herrollend ihre feurigen Wogen und flammenden Wellen. 51 Kratere von verschiedener Form und Größe erhoben sich wie Inseln aus der Fläche des brennenden Sees. 22 stießen fortwährend Säulen grauen Rauches oder Pyramiden glänzender Flammen aus, manche von ihnen ergossen aus ihren feurigen Mündungen Ströme glühender Lava, welche in flammenden Strömen die schwarzen zackigen Seiten hinab in die kochende Masse an ihrem Fuße sich stürzten. — Zwischen 9 und 10 Uhr Abends verzogen sich allmählich die dunkeln Wolken und der dichte Nebel, die seit Sonnenuntergang über dem Vulkane hingen. Die bewegte Masse der flüssigen Lava wie eine Fluth geschmolzenen Metalles tobte in wilden Wirbeln. Die lebhafte Flamme, welche über ihre wogende Fläche hintanzte, in bläulicher Farbe des Schwefels oder glühend in Roth, warf einen hellen Glanz von wechselndem Licht auf die zackigen Seiten der Inselkratere, die brüllend aus ihren Oeffnungen unter lodernden Flammen stoßweise unter den heftigsten Detonationen kuglige Massen geschmolzener Lava oder lebhaft glühende Steine auswarfen." Es ist also an dem Vorkommen von Flammen bei einigen vulkanischen Eruptionen nicht zu zweifeln. Das häufige Vorkommen von Schwefel in den Spalten derselben läßt vermuthen, daß Schwefel und auch Schwefelwasserstoff diese erzeugen. Andere brennbare Substanzen finden sich in den Vulkanen nicht, das Vorkommen von Wasserstoff ist zwar auch schon für einige nachgewiesen worden, auch Dämpfe von Bergöl wollen manche Beobachter wahrgenommen haben. Nirgends sind diese brennbaren Stoffe aber in solcher Menge angetroffen worden,

daß ihr Brennen etwas zu der Erscheinung der kolossalen über dem Krater stehenden Feuersäule beitragen könnte, um so weniger, als die beiden erstgenannten eine ungemein schwach leuchtende Flamme geben.

Schon als wir die Entstehung der Asche besprachen, haben wir der andern Auswurfsstoffe, Steine, Blöcke und Lavabrocken Erwähnung gethan, welche in die Höhe geworfen werden, und wollen auch diese noch etwas näher betrachten. Ihrer mineralogischen Beschaffenheit nach zeigen sie sich sehr verschieden zusammengesetzt, auch ihre Größe ist eine sehr ungleiche. Alle Gesteine, aus welchen der Berg zusammengesetzt ist, finden sich unter ihnen, doch bestehen sie vorwiegend aus den Schmelzungsproducten verschiedener Eruptionen, namentlich im Anfange sind es vorzugsweise die Massen, welche die Kommunikation mit dem Innern durch den vom Krater hinabreichenden Kanal aufgehoben hatten, also alte, erkaltete Lava. Aber auch von der neuen flüssigen Lava werden Theile von den Dämpfen mit in die Höhe gerissen und je nach dem Grade ihrer Flüssigkeit in die wunderlichsten Formen gebracht. Wie gewundene Taustücke erscheinen sie oft; erhalten sie eine drehende Bewegung und einen etwas seitlich gerichteten Stoß, so nehmen sie bei ihrem Fluge durch die Luft Kugelform an, die sie beibehalten, wenn sie fest geworden sind, ehe sie den Boden erreichen. Es sind dieses die s. g. vulkanischen Bomben. Kommen sie noch etwas erweicht zur Erde nieder, so platten sie sich durch das Aufstoßen zu breiten Scheiben ab. Alle diese Auswürflinge zeigen die verschiedenste Größe, von der eines Staub- und Sandkornes finden sich

alle Zwischenstufen bis zu der klaftergroßer Blöcke. Die Größe der vulkanischen Bomben schwankt in der Regel zwischen der einer Faust und eines Kopfes, doch hat man auch schon solche von 50 — 60 Pfund Gewicht gefunden, ja im Jahre 1832 warf der Vesuv, auch seinerseits den neueren Fortschritten der Artillerie nachahmend, solche Vollkugeln von 250 Pfund aus.

Die größeren Blöcke sind seltner, doch finden wir von den meisten Vulkanen, deren Ausbrüche genauer beobachtet wurden, Beispiele von sehr großen Auswürflingen erwähnt. Der Vesuv hat im Jahre 1822 Blöcke von 8 Fuß Durchmesser ausgeworfen, ja Dufrenoy fand an demselben Vulkane solche von 12 und 15 Fuß Durchmesser. Eine ähnliche Größe hatten die von den beiden niedrigen Vulkanen Central-Amerika's Cosiguina und Isalco ausgeschleuderten Trachytblöcke, die nach Wagner mehr als 1000 Centner wogen, also ungefähr 660 Kubikfuß enthielten.

Auch von diesen gröberen Auswürflingen liefert eine einzige Eruption oft ganz erstaunliche Massen. So warf im Jahre 1772 der Papandajang auf Java fort und fort eine solche Menge dieser Trümmer aus, daß 40 im oberen Garutthale gelegene Dörfer verschüttet und ganze Hügel aufgethürmt wurden. Die damals überschüttete Fläche bildet ein großes Trümmerfeld von 2 Meilen Länge und ist durchschnittlich 50 Fuß dick überlagert, eine Menge von Blockhügeln ragen bis 100 Fuß empor.

Wie das große Gewicht dieser Auswürflinge, so bezeugt uns auch die bedeutende Höhe, zu welcher sie emporgeschleudert werden, die furchtbare Gewalt, welche in den

Vulkanen sich einen Ausweg sucht. Theils durch Schätzungen, zu welcher die Höhe des Berges selbst den naheliegenden Maßstab liefert, theils durch Messungen hat man gefunden, daß dieselben in senkrechter Richtung 6—10,000 Fuß hoch emporgetrieben wurden, in schräger Richtung hat der Kotopaxi schon Blöcke 1$^3/_4$ Meilen weit hinausgeworfen.

Das bekannteste aller vulkanischen Producte, zugleich dasjenige, was man für das hält, welches für die vulkanische Thätigkeit am bezeichnendsten sei, sind die Lavaströme.

Wenn dieselben an der Mehrzahl der Vulkane bei jeder eigentlichen Eruption auch nie ganz fehlen, so gibt es doch auch viele Feuerberge, namentlich unter den hohen der Anden, welche häufig auch nicht den kleinsten Lavaerguß zeigen. Auch bei den Vulkanen, welche solche in der Regel liefern, wird sie in ihrem Betrage meistens überschätzt, obschon hie und da, wie wir weiter unten sehen werden, Lavaströme von einem ganz erstaunlichen Volumen aus einzelnen Bergen hervorgebrochen sind. Um zunächst den Begriff des Wortes Lava genau festzusetzen, so versteht man darunter alle die Massen, welche im geschmolzenen heißflüssigen Zustande aus dem Vulkane herausgefördert wurden, so verschiedenartig auch das Aussehen und die chemische Zusammensetzung derselben sein mag. Ueber diese, d. h. über die einzelnen Mineralien, welche in ihr zusammengeschmolzen angetroffen werden, ist man nicht in allen Fällen ganz im Reinen. Im Ganzen untersucht, zeigt sie sich aus Kieselsäure mit verschiedenen Erden und Metalloxyden zusammengesetzt, und von

einzelnen Mineralien hat man vorzugsweise Augit, Labradorfeldspath und Magneteisen als wesentliche Gemengtheile erkannt, als deren Begleiter oder Vertreter auch Hornblende, Leucit und andere angetroffen werden. Ebenso mannichfach, wie die mineralogische Zusammensetzung, sind auch das Aussehen und die Formen der Lava. Auf letztere ist von wesentlichem Einfluß die Art des Fließens und des Erkaltens derselben, die wiederum abhängig sind von der Neigung des Bodens über welchen, und der Menge, in welcher sie sich ergoß.

In der Regel fließt die Lava, nachdem in der ersten Zeit des Ausbruches die früheren erkalteten und den Kanal nach unten verschließenden Gesteine beseitigt und ausgeworfen worden sind und der Krater ganz mit flüssiger Masse angefüllt ist, über den Rand desselben ab.

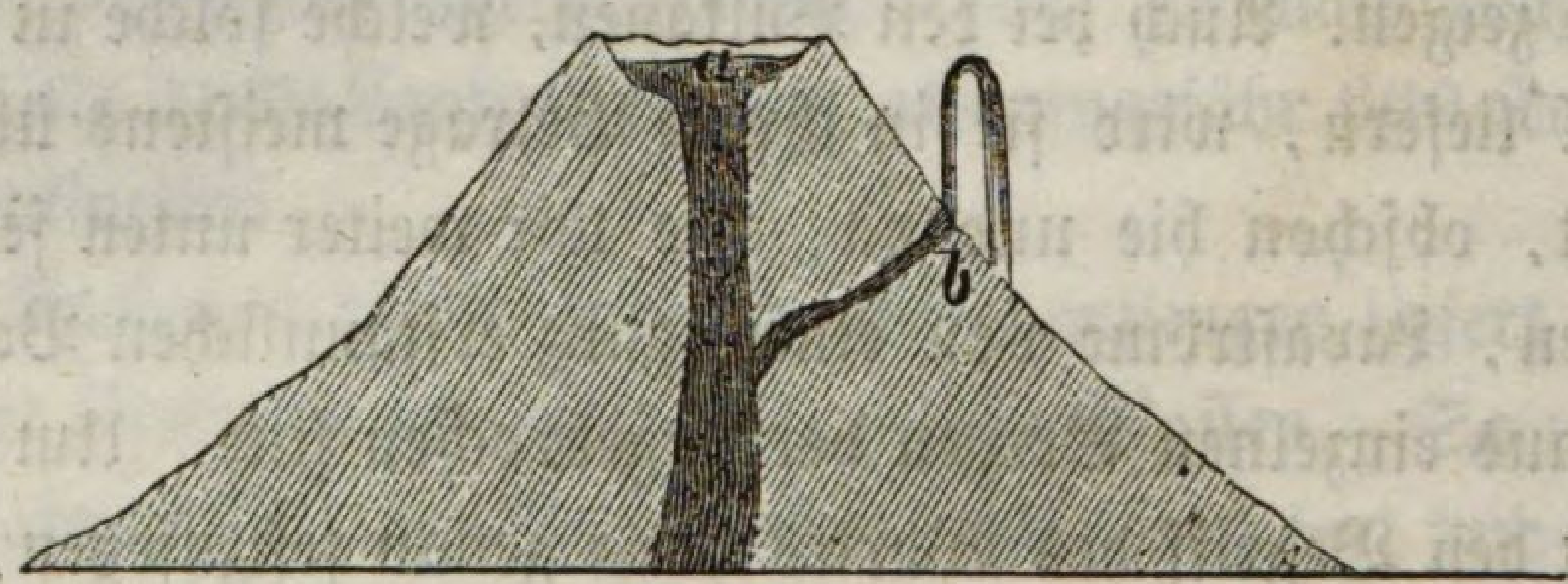


Fig. 23.

Bei sehr hohen Vulkanen kommt dieselbe aber auch häufig schon aus irgend einer Spalte mehr oder weniger tief unter dem Gipfel hervor, bald hier bald da sich einen Ausweg verschaffend. Diese Seitenausbrüche zeigen oft ein wunderbares Schauspiel, nehmlich eine mehrere hundert Fuß hoch aufsteigende Kaskade flüssiger Lava. Diese Feuerspringbrunnen verdanken ihre Entstehung wahrscheinlich dem Drucke der dem Gipfel näheren Lavasäule.

Ist nehmlich die Lavasäule im Berge durch den Hauptkanal bis a gelangt und öffnet sich bei b eine Spalte, so muß nach den Gesetzen der Hydrostatik sofort die flüssige Lava daselbst in die Höhe springen, und zwar um so höher, je größer der Höhenunterschied zwischen a und b ist. Der Umstand, daß noch nie eine solche Kaskade aus den Gipfeln der Kratere hervorgequollen, daß sie oft von sehr vorübergehender Dauer waren, macht es ebenfalls höchst wahrscheinlich, daß in diesem mechanischen Verhältnisse allein der Grund für dieselben zu finden sei. Im großartigsten Maßstabe zeigte sich diese Erscheinung bei dem Ausbruche des Manna Loa auf Hawai. Aus einem etwa 3000 Fuß unter dem 13,950 Fuß hohen Gipfel liegenden Seitenkrater stieg die flüssige Lava wochenlang empor. „Der Krater war ohngefähr 150 Fuß hoch und hatte 200 Fuß im Durchmesser. Aus demselben sprudelte flüssige Lava bis zu einer Höhe von 300—400 Fuß über seinen Rand. In Form und Bewegung glich sie einer mächtigen Fontäne oder Wasserstrahlen, obwohl sie etwas weniger beständig ihre Gestalt behielt. Jetzt war sie ungewöhnlich hoch und ganz schmal an der Spitze, im nächsten Augenblicke weniger hoch, aber sehr breit. Bei Nacht, und von einer passenden Stelle in der Nähe, war der Anblick des Strahles nach Mr. Faudrey, dem einzigen, welcher den Krater während des Springens erreichte, über alle Beschreibung großartig."

Stürzt die Lava, nachdem sie den Kraterrand überstiegen oder durch eine Spalte hervorgekommen, über den Abhang des Berges herab, so sieht man sie über die steileren Stellen mit rasender Schnelligkeit hinabeilen. Sie

ist so dünnflüssig wie Wasser, so daß sie die jähen Abhänge nicht mehr in zusammenhängenden Strömen, sondern in einzelnen Kaskaden hinabstürzt. Der Berichterstatter über den oben erwähnten Ausbruch des Mauna Loa gibt davon folgende Beschreibung *): Den nächsten Tag besuchten wir die Stelle, wo der Strom zuerst an die Oberfläche tritt. Hier fanden wir die Lava nach ihrem unterirdischen Laufe (in Spalten und Höhlungen, die sich vom Krater aus mehrere Meilen bergabwärts zogen) hervorbrechen und in Katarakten und Stromschnellen so dahinstürzen, daß man ihr mit den Augen kaum folgen konnte. Die Lava war weißglühend und offenbar so flüssig wie Wasser. Drei Tage nachher besuchte er denselben Strom, der noch mit gleicher Macht hervorbrach, und sagt von demselben: „Dem Strome folgend, waren wir im Stande, an seiner Südseite ihn zu begleiten, da ein starker Wind von dieser Seite kam, so konnten wir gut gehen und ruhig bis auf wenige Fuße uns seinem Bette nähern. Seine Breite war 20—100 Fuß, aber seine Schnelligkeit unglaublich groß. Einige unserer Gesellschaft schätzten sie auf 100 (engl.) Meilen in der Stunde. Wir konnten sie nicht genau berechnen, weil Stücke erkalteter Lava, die wir hineinwarfen, augenblicklich untergesunken und geschmolzen wären. Die Schnelligkeit erschien sicher wie die eines Bahnzuges. 8 oder 10 Meilen weit bildete der Strom eine ununterbrochene Reihe von Kaskaden, Stromschnellen, Krümmungen und Wirbeln, dazwischen einen größeren Fall. Einige dieser Erscheinungen ver-

---

*) Brigham, The Hawaian Islands.

anlaßte der Boden, andere die Lava selbst. Hier hatte er sich Ufer aufgebaut, dort durch Wegschmelzung des Grundes sein Bette vertieft. Der Strom selbst floß anmuthiger (more gracefully) als Wasser. In Folge seiner ungeheueren Schnelligkeit und der geringeren Beweglichkeit seiner kleinsten Theilchen nahm auch seine Oberfläche dieselbe Form an, wie sie der Boden hatte, über welchen sie floß. Er bot daher nicht nur Einbiegungen, sondern auch scharfe Rücken dar. An einigen Stellen schoß der Strom ein paar Fuß weit unter einem Winkel von 5 bis 10 Grad, ja einmal von 25 Grad in die Höhe. Wo die Wendungen des Stromes sehr scharf waren, zeigte sich selbst die Außenseite höher als die innere, einige Male war dieses so stark, daß sich die äußere Seite spiralig über die innere umbog."

Je weiter nun die Lava bergabwärts vorrückt, desto mehr kommt sie auf einen weniger geneigten Boden, desto weniger dünnflüssig wird sie auch, indem sie durch die Abkühlung allmählich in einen zähflüssigen Zustand versetzt wird. Die Oberfläche eines Stromes überzieht sich dann auf allen Seiten mit erhärteten Lavastücken, während im Innern dieselbe noch lange flüssig und beweglich bleibt. So schiebt sie sich dann immer langsamer in einem förmlichen Schlackensack fort. Wie sie an ihrem Ursprunge die schnellsten Flüsse hinter sich lassen würde, so bewegt sie sich in ihrem Unterlaufe am Fuße des Berges langsamer, als der trägste Fluß. Nach den Beobachtungen Monticellis legte ein Lavastrom des Vesuvs bei Resina im Jahre 1822 nur noch 5 — 6 Fuß in einer Stunde zurück, ein anderer des Aetna bewegte sich im Jahre 1819 neun

Monate nach seinem Ausbruch in einer Stunde nur noch 3 Fuß vorwärts, und Dolomieu berichtet von einem, welcher in zwei Jahren nur einen Weg von 3800 Meter zurücklegte.

Ist nun der Strom erstarrt, so bietet die erkaltete Lava an den verschiedenen Stellen desselben ein sehr verschiedenes Aussehen dar.

Nahe dem Krater hat dieselbe ein ungemein zerrissenes, zackiges Aussehen. Da nehmlich im Anfange ihres Laufes fortwährend noch Dämpfe und Gase aus derselben entweichen, welche sie aufblähen und zerreißen, so wird dadurch ihre Oberfläche wie die eines gefrorenen großblasigen Schlammes. Je weiter sie nun fließt, desto mehr tritt diese Beschaffenheit zurück, doch sind auch unten am Berge die Oberflächen der Ströme von sehr porösen schlackigen Massen gebildet. In der Tiefe dagegen bildet sie sich beim Erkalten zu einem compacten, festen, krystallinischen Gesteine aus.

Man hat selbst in der neueren Zeit noch an der Flüssigkeit der Lava gezweifelt und angenommen, daß sie nicht eigentlich geschmolzen sei, sondern nur einen heißen Schlamm darstelle. Diese vollständig aus der Luft gegriffene Meinung wird auf das entschiedenste widerlegt durch die Beobachtungen, welche man nahe den Lavaströmen während ihres Fließens selbst gemacht hat. Besonders auf der Insel Hawai hatten einige kühne Amerikaner, bei den furchtbaren Ausbrüchen des Mauna Loa in den Jahren 1852 und 1859 Gelegenheit, sich von dem Verhalten und der ungeheueren Hitze der Lava zu überzeugen. Wohl nie sind größere vulkanische Eruptionen

aus solcher unmittelbaren Nähe beobachtet worden, was hier auch deswegen leichter möglich ist, weil die heftigen und häufigen Auswürfe von Steinen anderer Vulkane an denen Hawais nicht in dem Grade beobachtet werden, die Lava unter etwas weniger stürmischen Zeichen, aber auch in ganz gewaltigen Strömen hier hervorkommt. Ein vieljähriger Bewohner dieser Insel, Missionar Coan, schildert den ersten in folgender Weise in einem Briefe:

Mit Tagesanbruch am 20. Februar wurden wir abermals*) durch eine heftige Eruption erschreckt, welche auf der Seite des Berges Hilo zu hervorkam, ungefähr in der Mitte zwischen Basis und Gipfel des Berges. Dieser Seitenkrater war eben so thätig, als es der auf dem Gipfel gewesen, und bald sahen wir den geschmolzenen Strom aus seiner Mündung gerade auf Hilo zuströmen. Von Stunde zu Stunde wurde die Thätigkeit heftiger. Fluthen von Lava ergossen sich aus der Seite des Berges und der glühende Strom erreichte bald die Wälder am Fuße des Berges nach einem Wege von 20 Meilen.

Wolken von Rauch stiegen auf und hingen wie eine Decke über dem Berg oder flogen dahin auf den Schwingen des Windes. Diese Wolken nahmen mancherlei Farben an, sie erschienen dunkel, blau, weiß, purpurn oder scharlachroth, je nachdem sie mehr oder weniger stark von dem Feuerschlund unter ihnen beleuchtet waren. Zuweilen erschienen sie gleich einem umgekehrten brennenden Berge, der mit seiner Spitze auf die Schreckensöffnung hinwies, über

*) Am 17. Februar war eine kurze, nur 24 Stunden dauernde vorhergegangen.

der er hing. Zuweilen schoß die Feuersäule senkrecht um mehrere Grade in die Höhe und einen zierlichen Bogen beschreibend, strich sie horizontal dahin wie ein Kometenschweif, weiter als das Auge sie verfolgen konnte. Dichter und unheimlich wurde die Atmosphäre in Hilo und die Sonnenstrahlen fielen wie durch ein mattes gelbes Glas herab. Wolken von Rauch jagten über den Ocean, Asche, Sand und verdorrte Blätter mit sich führend, die in dichten Schauern auf die Schiffe fielen, die sich unserer Küste nahten. Das Feuer des Berges wurde auf mehr als 100 Meilen auf dem Meere gesehen und zeitweise war die Röthe so verbreitet, als stände der ganze Himmel in Feuer. Asche und glasige Fäden, hier „Peles Haar" genannt, fiel dicht auf unsere Straßen und Dächer. Und dieser Zustand dauert noch fort; eben, während ich dies schreibe*), ist die Atmosphäre von derselben düstern gelben Beschaffenheit, alle Gegenstände erscheinen bleich und düstere Schauer von glasartigen Fäden fallen rings um uns und unsere Kinder sammeln sie.

Sobald als die zweite Eruption begann, beschloß ich, sie näher zu betrachten. Dr. Wetmore war einverstanden, mich zu begleiten und wir verschafften uns sofort vier Eingeborene, unser Gepäck zu tragen; einer derselben, Kekai, sollte unser Führer sein. Montag den 23. Februar brachen wir auf und übernachteten in dem Vorholze des großen Waldes, der Hilo vom Gebirge trennt. Unser Weg war nicht derselbe, wie der im Jahre 1843 in dem Bette eines Flusses; wir versuchten das Dickicht an einer

*) Es war am 5. März.

andern Seite zu durchdringen, da unsere Bahn uns südwestlich führte. Vor Alters war ein indianischer Pfad in dieser Richtung durchgeschlagen, aber er war jetzt so mit Dschungeln verwachsen, daß er fast völlig verschlossen war. Wir stürzten uns indessen mit langen Messern, Beilen und Prügeln in den Wald und schnitten und schlugen uns Bahn, so daß wir in einer Stunde 1$^1/_5$ Meile vorwärts kamen. Nachts schliefen wir im Gebüsch und horchten auf das entfernte Tosen des Vulkans.

Mittwoch den 25. erreichten wir eine kleine Erhöhung in dem Walde, von der wir den benachbarten Lavastrom sehen konnten, der uns nun zur linken Seite gegenüberlag in einer Entfernung von 6 Meilen. Diese feuerige Fluth war nun halbwegs durch den Wald gedrungen und hatte mehr als $^3/_4$ des Raumes vom Berg zur Küste zurückgelegt, Alles vor sich wegfegend. Da er wahrnahm, daß in ein oder zwei Tagen der Strom die Küste erreichen und die Frauen in große Unruhe versetzen könnte, entschloß sich Dr. Wetmore umzukehren. Er nahm einen der Eingeborenen mit sich und mir die drei andern überlassend, ging er rückwärts, während ich meinen Weg durch Dschungeln, Sümpfe und Gebüsch fortsetzte, Elle für Elle den Weg aus diesem furchtbaren Dickicht herausschlagend. Am 26. kamen wir aus dem Walde, geriethen aber sofort in einen dichten Nebel, dunkler, als das Dickicht selbst. Den Berg hinansteigend, campirten wir die Nacht auf einem rauhen, buschigen Rücken. Etwas vor Sonnenuntergang verzog sich der Nebel und Mauna Kea und Mauna Loa standen da in großartigen Umrissen, ersterer wie in einen Mantel von Wolle gehüllt vom

Scheitel bis zum Fuß, und der letztere Ströme von Feuer auswerfend aus seinen brennenden Eingeweiden. Die ganze Nacht konnten wir die Gluth des Feuers sehen und das furchtbare Getöse des Vulkans hören.

Wir waren nun vier Tage unterwegs und 20 Meilen vom Krater, mit dem langen, glänzenden Feuerstrom zu unserer Linken, als eine strahlende Lichtlinie über die Seite des Berges hinab erscheinend, die sich erst in dem Dunkel des Waldes verlor. Wir verließen unsern Berghorst am 27. mit dem Entschlusse, wenn es irgendwie möglich sei, den Sitz des Ausbruches an diesem Tage zu erreichen. Die Feuersäule und die Wolke als Wegweiser und immer den Lavastrom zur Linken, drangen wir vor auf rauhem und fast unbetretbarem Wege, die Anziehungskraft wuchs mit der Abnahme der Entfernung. Unsere gespannte Begierde spottete aller Hindernisse. Nachmittags kamen wir an den Rand eines Zuges nackter Schlacken, die so unerträglich scharf und zackig waren, daß meine Gepäckträger sie nicht überschreiten konnten. Hier gebot ich Halt, ließ die zwei Träger stehen, versah meinen Führer mit einem Extrapaar starker Schuhe, gab ihm meinen Shawl und Decke, steckte ein paar Zwiebacke und gekochte Eier in die Tasche, nahm meinen Kompaß und Stock und sagte zu Mr. Salzsee (Kekai): „Nun vorwärts, wir wollen uns heute Nacht bei jenem Feuer dort wärmen.“ So ausgestattet, drangen wir den Berg hinan, über Lavafelder von unbeschreiblicher Rauhheit, jetzt einen scharfen und glasigen Schlackenrücken übersteigend, wo die Feuersäule in voller Größe vor uns stand, dann hinabkletternd in eine fürchterliche Schlucht oder Höhle, aus der

wir langsam wieder auftauchten, kletternd auf allen Vieren. Bald bemerkte ich jedoch, daß mein Führer eines Leiters bedurfte. Er war zu langsam. Ich eilte daher voran, ihm überlassend nachzukommen, so gut er konnte. Um 1/24 Uhr Nachmittags erreichte ich den furchtbaren Krater und stand allein im Lichte seines Feuers. Es war ein Augenblick unaussprechlicher Erregung. Es war mir, als stände ich in der Nähe, ja vor dem Throne des ewigen Gottes, und während alle andern Stimmen verstummt wären, spräche er allein. Ich war 10,000 Fuß über dem Meere an einsamer Stelle, noch nie betreten von dem Fuß eines Menschen oder Thieres, wo keine lebende Stimme ertönte, umgeben von Bildern grauenhafter Verwüstung. Hier stand ich fast geblendet von unerträglichem Glanze, fast taub von dem schrecklichen Getöse, fast versteinert von dem entsetzlichen Anblicke. Die Hitze war so gewaltig, daß ich selbst auf der Windseite dem Krater nicht näher als 40—50 Ellen kommen konnte, auf der entgegengesetzten hätte man ihm wohl nicht bis auf 2 Meilen sich nähern können. Der Ausbruch, wie ich oben erwähnte, begann auf dem obersten Gipfel des Berges, aber offenbar war der Seitendruck der eingeschlossenen Lava so groß, daß sie sich einen Ausweg an einer schwächeren Stelle des Berges weiter unten schaffte, indem sie den Berg vom Gipfel bis zu dem Punkte ihres Ausbruches zerriß und spaltete. Der Berg schien im Innern ein Röhrensystem zu bilden, und da die geschmolzene Flüssigkeit 2000—3000 Fuß über den Seitenkrater gehoben war und durch eine geneigte unterirdische Röhre gepreßt wurde, so entwich sie dann durch die Seitenöffnung unter einem Druck, welcher ihre bren-

nenden Massen bis zu einer Höhe von 400—500 Fuß in die Höhe trieb. Die Eruption erfolgte zuerst in einer Einsenkung des Berges, aber ein Rand von Schlacken hatte sich in Form eines abgestumpften Kegels um die Oeffnung bis zu einer Höhe von 200 Fuß aufgethürmt. Dieser Schlackenkegel hatte an seiner Basis ungefähr 4000 Fuß im Umfang und die Mündung auf seiner Spitze etwa 200 Fuß im Durchmesser. Ich näherte mich soweit, als ich die Hitze ertragen konnte, und stand mitten in Asche, Sand, Schlacken und Steinen, die weit umhergestreut waren. Aus dem furchtbaren Schlund dieses Kegels wurden beständig große Massen rothglühender, ja auch weißglühender Lava unter einem wahrhaft betäubenden Getöse ausgeworfen und mit einer Gewalt, welche die Felsenrippen des Berges zu zerreißen und seine diamantenen Pfeiler zu zertrümmern drohte. Manchmal erschien das Getöse unterirdisch, tief und wahrhaft höllisch. Zuerst war es ein Rumpeln, Murmeln, ein Zischen oder ein tiefes, mahnendes Murren, dann folgte eine entsetzliche Explosion, wie das Donnern von Breitseiten in einer Seeschlacht oder lebhafte Salven einer Batterie nach der andern in einer Feldschlacht. Manchmal glich der Schall dem von 10,000 Hochöfen in voller Gluth. Dann war es wieder wie das Knattern eines Gewehrfeuers eines Regimentes, dazwischen wie das Tosen des Oceans entlang einer felsigen Küste, manchmal wie das Dröhnen fernen Donners. Die Detonationen wurden entlang der ganzen Küste von Hilo gehört. Die Ausbrüche zeigten keine Unterbrechungen, sondern waren anhaltend. Ungeheuere Massen des Geschmolzenen stiegen beständig auf-

wärts und fielen herab wie ein Wasserstrahl. Die Kraft, welche diese feurigen Säulen aus der Mündung hervortrieb, zertrümmerte sie in Millionen von Bruchstücken verschiedener Größe, die einen stiegen empor, während andere fielen, einige schossen seitlich empor, andere beschrieben zierliche Bögen, einige bewegten sich geradlinig, manche fielen senkrecht wieder in den Krater zurück. Jedes Stückchen leuchtete so hell wie der Sirius, und alle möglichen Arten geometrischer Figuren zeigten sich und verschwanden wieder. Keine Zunge, keine Feder, kein Pinsel kann die Schönheit, die Größe, die erschreckliche Erhabenheit dieses Schauspieles schildern. Um sie zu würdigen, mußte man sie sehen. Während der Nacht übertraf der Anblick Alles, was sich schildern läßt. Mächtige Säulen weißglühender Lava stiegen beständig in die Höhe in der ewig wechselnden Form von Pfeilern, Pyramiden, Kegeln, Burgen, Thürmen, Spitzen, Minarets und dergleichen, während die niedersteigenden Massen sich zu einem beständig strömenden Katarakte vereinigten, der sich in einem Feuerstrome über den Rand des Kraters ergoß und seine Umgebung überfluthete, und jede herabfallende Woge war mächtig genug, das stolzeste Schiff zu begraben. Eine weite Spalte, die sich im niedrigeren Theile des Kraterrandes öffnete, verschaffte überdies der feurigen Fluth einen Ausweg, welche unaufhörlich aus der Mündung sich ergoß und den Berg als tiefer, breiter Strom mit einer beiläufigen Schnelligkeit von 10 Meilen in der Stunde hinabfloß. Diesen Feuerstrom konnten wir den ganzen Berg hinab verfolgen, bis sich seine Windungen in dem Walde in einer Entfernung von 30 Meilen unseren

Blicken entzogen. Der Strom leuchtete mit großem Glanze in der Nacht und ein langer horizontaler Lichtstreif hing wie ein Vorhang über ihm längs seines ganzen Laufes. Doch zog der große Feuerofen des Berges unsere ganze Aufmerksamkeit auf sich."

Ein neuer Ausbruch fand am 11. August 1855 Statt. Auch dieser war äußerst heftig und lieferte ebenfalls einen ungeheueren Lavastrom, der über ein volles Jahr fortströmte, jedoch an seinem Ende so langsam, daß er nicht mehr das Ufer erreichte. Seine Länge betrug mehr als 60 engl. Meilen. Auch diese Eruption wurde von Mr. Coan aufs genaueste verfolgt, er besuchte nicht weniger als sieben Mal den Krater und den Strom in dieser Zeit.

Den größten Lavastrom lieferte jedoch der Ausbruch vom Jahre 1859, bei dem die pag. 117 erwähnten prachtvollen Feuerspringbrunnen sich zeigten. Am unteren Ende zeigte sich bei allen diesen Strömen, wie bei denen europäischer Vulkane, dieselbe Erscheinung, daß sie sich allmählich mit einer dicken Schlackenkruste überzogen, über die der genannte kühne Missionär öfters hinüberging. Er sagt: wir konnten manchmal einen frischen Lavastrom betreten schon eine Stunde, nachdem er aus seinem kochenden Kessel sich ergossen hatte, so rasch erhärtet die Lava in ihrer Berührung mit der Luft. Der Strom von 1859 war einer der wenigen, die vom Mauna Loa bis ins Meer sich erstreckten. Seine Länge betrug nicht weniger als 13 g. Meilen.

Daß die Lava vollständig geschmolzen und höchst dünnflüssig sei, also nichts weniger als einen heißen Wasserbrei mit steiniger Materie darstelle, dafür geben

die Beobachtungen Coan's den besten Beweis. Für den Grad ihrer Flüssigkeit spricht eine Thatsache, die man auf Hawai sowohl wie auf der Insel Bourbon machte. Kommt die flüssige Lava mit Bäumen in Berührung, so lodern dieselben in kurzer Zeit in hellen Flammen auf, soweit sie aus dem Strome hervorragen und die Luft Zutritt hat. Wo sie aber von der Lava ganz umgeben sind, verkohlen sie nur. Man hat solche Stämme untersucht und gefunden, daß die Lava in die feinsten Risse eingedrungen, die sich in den Stämmen fanden und dieselben wie Gyps abformten.

Auch über die große Hitze der Lava sprechen sich alle, die eine solche fließend zu beobachten Gelegenheit hatten, übereinstimmend dahin aus, daß sie von der Art sei, um Gesteine in Schmelzfluß zu versetzen. Wir haben oben mehrfach erwähnt, daß sie sich häufig im Zustande der Weißglühhitze befindet. Absichtlich zum Behufe der Bestimmung des Hitzegrades angestellte Versuche und von der Lava in Häusern hinterlassene Spuren zeigen auf das entschiedenste eine ganz ungemein hohe Temperatur derselben. Schon Humphry Davy hat derartige Versuche angestellt, Drähte von Silber und Kupfer, die er durch die Spalten eines äußerlich schon mit einer Schlackenkruste überzogenen Stromes in die Tiefe steckte, schmolzen sofort. Als 1737 die Lava in das Karmeliterkloster bei Torre del Greco eindrang, schmolzen im Refectorium die Gläser, ohne daß dieselben mit der Lava in unmittelbare Berührung gekommen waren. Die äußerst geringe Wärmeleitung, die den porösen Schlacken auf der Oberfläche und den Seiten eines Lavastromes zukommt, macht es einer-

seits möglich, daß man über die Fläche eines solchen Stromes hin gehen kann, wenn er in seinem Innern noch glühend und flüssig ist, und andererseits, daß selbst wenn die Eruption aufgehört hat und von hinten keine neue Lava nachdringt, der Strom noch lange sich fortwälzt. Im Jahre 1614 bewegte sich ein Strom des Aetna nicht weniger als 10 Jahre lang, wenn auch kaum merklich, vorwärts. Dieser Umstand bewirkt es dann auch, daß häufig lange weite Höhlungen sich bilden, indem unter der erstarrten Rinde der flüssige Kern weiter vorwärts sich bewegt und einen leeren Raum hinterläßt. So berichtet Brigham von dem großen Lavastrom des Mauna Loa vom Jahre 1859 bei seinem Besuche desselben 1865: „Die Rauhheit dieser Massen war größer als die irgend einer andern, die wir zuvor angetroffen hatten, und wir bedurften der rauhhäutigen Sandalen, mit denen wir uns für solche Stellen vorgesehen hatten, ebenso gut als der dicken bockledernen Handschuhe, um unsere Hände gegen die scharfen, nadelförmigen Spitzen zu schützen. Oft war der tiefe Kanal, den der feurige Strom für sich ausgebrannt hatte, durch breite Risse in der Rindendecke sichtbar, und als ich mich einer solchen Oeffnung näherte, fand ich mich an dem Rande eines Schlundes von 100 Fuß Tiefe, von unbestimmbarer Länge und, so viel ich davon sehen konnte, von 200 Fuß Breite. Der Grund war rauh und zerrissen und überdeckt mit Lavatrümmern, die, nachdem der Strom aufgehört hatte zu fließen, von der Decke und den Wänden herabgestürzt waren. Die Rinde, auf welcher ich stand, war nur wenige Zoll dick, und wiewohl ich sie vorher mit meinem Stocke untersucht

hatte, hielt ich es doch für gerathen, mich hinzulegen und zu kriechen, bis ich einige Klafter von dem Loche entfernt war, und versuchte es nimmer, mich einem anderen zu nähern."

Von der Seite her kann man solche Lavagrotten ohne Mühe betreten. Berühmt durch ihre Größe und Schönheit ist die Höhle von Surtschellir in Island.



Fig. 24. Grotte von Surtschellir.

Sie gleicht einer Tropfsteinhöhle, nur sind hier die seltsamen Auskleidungen der Wände und Decke von schwarzer Lava gebildet, die nur hier und da theils mit Krystallen, theils mit Eisnadeln überzogen sind, was durch den Kontrast den wunderbaren Eindruck dieser Grotte nur erhöht. Sie ist ungefähr 5000 Fuß lang und verzweigt sich ähnlich wie die Tropfsteinhöhlen der Kalkgebirge mannichfach. Auch auf einer der Azoren, St. Miguel, sind solche berühmte Grotten, welche noch dadurch merkwürdig sind, daß sich hier mehrere Höhlen über einander befinden, die durch schmale Klüfte unter sich in Verbindung stehen.

Wir haben schon weiter oben erwähnt, daß die Menge der Lava doch nicht so bedeutend ist, wie die der ausgeworfenen Massen, wenn sie auch an manchen Vulkanen und bei manchen Ausbrüchen die der gleichzeitig ausgeschleuderten Asche und Steine übertreffen mag. Natürlich kommt es hierbei ganz auf die Dauer der Eruption an, und da wir in dieser Beziehung ungemein große Unterschiede bemerken, so werden wir es auch begreiflich finden, daß die Größe der Lavaströme eine so außerordentlich ungleiche ist. Mancher Lavaerguß dauerte nur einige Stunden, andere halten Monate hindurch an, wie wir dies bei einem der Ausbrüche des Mauna Loa oben gesehen haben. Wenn wir nun nach dem Erkalten die Länge, Breite und Dicke eines Lavastromes an verschiedenen Stellen ausmessen, so können wir daraus leicht sein Volumen berechnen. Wir haben in der That auch für manche größere Ströme solche Angaben. In den meisten Fällen sind uns jedoch nicht genug solcher Maße zur Hand, um die Menge zu berechnen, indem uns meist nur die Länge des Stromes, als das augenfälligste, angegeben wird. Bei niedrigeren Vulkanen ist dieselbe meist eine geringere; auch die Beschaffenheit der Umgegend um den Berg ist auf dieselbe von großem Einfluß, je nachdem die Lava in einem schmalen Thale mit größerer Neigung des Bodens fortfließen kann oder in einer sehr ebenen Gegend auch seitwärts sich ausbreiten. Die Lavaströme des Vesuvs haben alle nur eine geringe Länge von kaum einer g. Meile. Länger sind schon die des Aetna. Der im Jahre 1832 nach Bronte zufließende war 32,000 Fuß (ca. $1^1/_2$ g. M.) lang. An seinem Anfange sehr schmal, breitete er

sich birnförmig nach unten hin aus, so daß er bis 3000 Fuß erreichte und bis 45 Fuß dick wurde. Der große Strom von 1669 soll 6 g. M. Länge und an der breitesten Stelle $2^1/_2$ g. M. Breite gehabt haben, doch scheint diese Angabe nach den Untersuchungen E. de Beaumonts übertrieben und dürften diese Zahlen auf 2 Meilen Länge und $^3/_4$ Meilen Breite zu verkleinern sein. Das Volumen der größeren vesuvischen Ströme ergibt sich zu 300—400 Millionen Kubikfuß. Der größte des Vesuvs war der vom Jahre 1631; nach genauen Untersuchungen desselben glaubt Le Hon, daß das Volumen dieses Stromes das aller übrigen bis jetzt dem Vesuve entquollenen zusammengenommen übertreffen möge.

Wenn man erwägt, daß die Lava von 1631 nur in zwei Stunden ergossen wurde, so findet man die Behauptung des genannten Naturforschers vollkommen gerechtfertigt, daß von keinem Vulkane der Erde je eine gleich große Masse Lava in so kurzer Zeit geliefert worden sein dürfte. Nach den genauen Messungen hat Le Hon das Volumen desselben auf 2000 Millionen Kubikfuß berechnet. So gewaltig diese Massen auch erscheinen, so gering sind sie doch auch nur verglichen mit der Masse der Asche, welche schon bei einzelnen Eruptionen geliefert wurden oder gar verglichen mit der Masse eines Berges. Diese 2000 Millionen Kubikfuß entsprechen doch nur einem Würfel von 1260 Fuß im Durchmesser oder $^1/_{5000}$ Kubikmeile, während jener große Aschenregen des Tomburu, wie wir S. 107 sahen, ein Volumen von $2^1/_2$ g. Kubikmeilen hatte.

Zu den gewaltigsten Lavaströmen, die wir kennen,

gehört der des Mauna Loa vom Jahre 1859, der bei einer Länge von 14 g. Meilen eine Fläche von 5 g. Meilen bedeckte. Leider liegen nur wenige Angaben über die Dicke dieses Stromes vor, stellenweise war er 10, 50, ja über 100 Fuß dick. Nehmen wir als mittlere Dicke 40 Fuß an, so würde das Volumen desselben 20,864 Millionen Kubikfuß betragen, also mehr als zehnmal soviel, als der größte aller vesuvischen Lavaergüsse.

Ströme von gleicher, ja wohl von noch etwas beträchtlicherer Größe kennt man nur noch von der Insel Island. Die gewaltigsten, die wohl irgendwo in historischer Zeit Vulkanen entströmten, lieferte der Skaptar-Jökul im Jahre 1783. Nach einem starken Erdbeben erhoben sich am 3. Juni ungeheuere Rauchwolken aus dem Berge, die bald die ganze Gegend südlich von ihm in Dunkel hüllten, ein heftiger Aschenregen stellte sich ein und am 10. Juli brachen aus den vergletscherten Abhängen des Berges die Feuersäulen hervor. Der Skapta, einer der größten Flüsse der Insel, führte zuerst eine ungeheuere Masse schlammigen, warmen, von der Asche fast breiartig dicken Wassers daher, dann versiegte er plötzlich. Zwei Tage darauf stürzte sich in das leere Bett desselben ein ungeheuerer Lavastrom. In kurzer Zeit hatte er das 200 Fuß breite und 600 Fuß tiefe Rinnsal des Skapta vollkommen ausgefüllt und nun ergoß sich der Feuerstrom in wildem Laufe über die Niederungen von Medalland, stürzte sich dann in einen See, dessen Wasser vor ihm theils als Dampf in die Luft, theils über das Land hin verdrängt wurden. Nach einigen Tagen war auch dieses Hinderniß für ihn beseitigt und das Becken des Sees voll-

ständig mit Lava erfüllt. Von da setzte er seinen Lauf in zwei Armen fort. Der eine ergoß sich über die alten Lavafelder hin, der andere wählte wieder das Flußbett zu seinem Wege, indem er sich in einem ungeheueren Sturze über den Katarakt von Stapafoss hinabwälzte. Unterdessen hatte vom Berge her noch ein zweiter Lavastrom sich einen anderen Weg gesucht. Er verwüstete die beiden Ufer des Heversfisfliot und überfluthete die Ebene mit größerer Wuth, als der erste. Die Länge des ersten Stromes im Thale des Skapta beträgt 11 g. Meilen und in seinem unteren Ende 2—3 g. Meilen Breite, der zweite hatte bei gleicher Länge eine Breite von $1\frac{1}{2}$ g. Meilen. Im Thale des Skapta selbst war die Dicke dieser Lavamasse 500—600 Fuß und auf der Ebene erreichte sie noch eine solche von 100 Fuß. Bis in den August hinein dauerte dieser furchtbare Ausbruch fort. Nehmen wir die Oberfläche dieser beiden Ströme zusammen zu 20 g. Q.-Meilen und ihre Dicke überall nur zu 100 Fuß an, so würden sie zusammen 1 Billion und 43,364 Millionen Kubikfuß geben. Auch diese Masse würde jedoch erst $\frac{1}{11}$ Kubikmeile ausmachen, einem Würfel von 10,142 Fuß entsprechen.

In keinem Lande erreichen die Lavafelder eine so ungeheuere Ausdehnung, wie in Island, in keinem vermag auch die Vegetation so wenig wie hier den trüben, schauerlichen Anblick der Verwüstung zu verdecken, wie auf dieser kalten, der Kultur des Bodens ohnedies so wenig fähigen Insel, wo eben aus diesem Mangel der Vegetation auf weite Strecken und durch die Unwegsamkeit durch die Laven das Reisen und die Communication aufs äußerste erschwert ist.

„Im Allgemeinen zeigen die großen isländischen Lavaströme das grauenvolle Bild einer trostlosen Wüste, einer unheimlichen Wildniß; ihre schwarzen Schollen thürmen sich in fantastischen Gestalten übereinander; indem sie sich gegen Felsen und den Fuß mancher Gebirge anstemmen, gleichen sie in ihrer Wirkung dem Eisgang riesiger Ströme zur Frühlingszeit. So liegt nach dem Erlöschen der Eruption dieses Chaos für Jahrtausende brach für alle Vegeta-

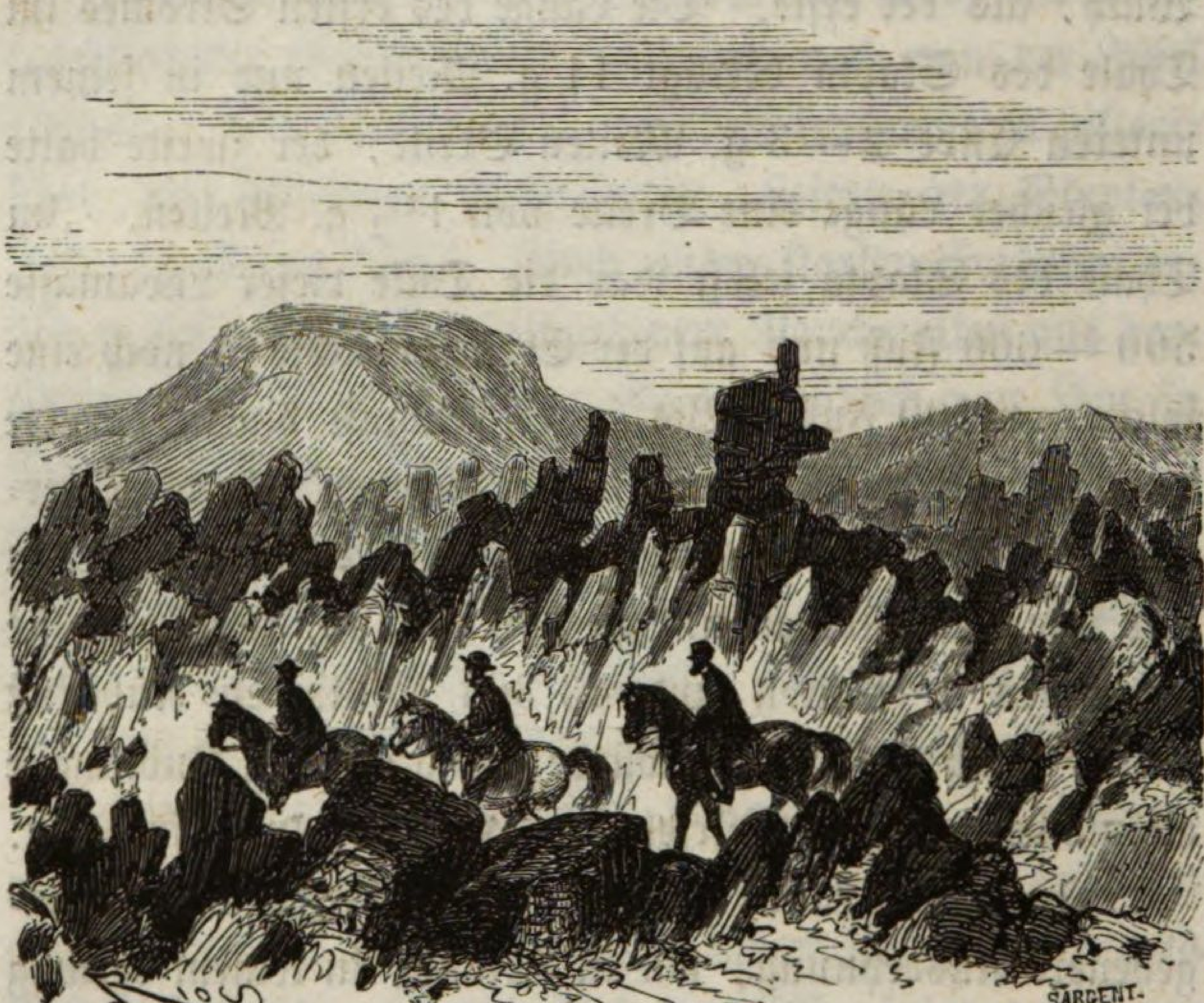


Fig. 25. Ein Weg durch die Lava.

tion, und wenn sie endlich wieder Fuß zu fassen beginnt, bemerkt das Auge nur Teppiche von Kryptogamen oder flach am Boden hinkriechende wollige Weiden und Birken *)."

*) Sartorius v. Waltershausen, Physisch-geograph. Skizze von Island.

Bildung der Vulkane.

Die vorangehenden Schilderungen der einzelnen Vorgänge bei den vulkanischen Eruptionen zeigten uns, daß eine sehr bedeutende Masse fester Bestandtheile theils als Asche, Sand und Steine, theils im geschmolzenen Zustande von dem Berge herausgeschleudert und in größter Menge unmittelbar am Kraterrande aufgeschüttet werde. Daß auf diese Weise nach und nach ein immer höher wachsender Kegel sich bilden müsse, bedarf weiter keiner Erläuterung, und es liegt gewiß die Frage nahe, ob nicht alle Vulkane auf ähnliche Art im Laufe der Jahrtausende durch die vielfach auf einander folgenden Ausbrüche sich aufgebaut haben, und ob nicht noch neue Vulkane entstehen, die uns die Bildung der älteren erklären könnten, deren frühere Geschichte uns ganz unbekannt und deren Anfänge und tiefsten Schichten uns durch die späteren Eruptionen ganz verhüllt sind.

Es liegen uns in der That auch eine Reihe von Thatsachen vor, welche uns zeigen, daß plötzlich an Punkten, wo man keine Spur früherer vulkanischer Thätigkeit gefunden hatte, ein förmlicher Ausbruch mit allen charakteristischen Erscheinungen desselben stattfinden kann. Besonders interessant sind in dieser Beziehung die auf dem Meeresgrund erfolgenden s. g. submarinen Eruptionen, weil wir von einer ziemlichen Anzahl von Vulkanen, selbst einigen der höheren, wie z. B. dem Aetna, annehmen müssen, daß die Entstehung des Berges als Vulkan ihren Anfang unter dem Wasser nahm.

Derartige Erscheinungen wiederholten sich schon mehrmals in der Nähe der Azorischen Inseln, bei St. Michael.

Eine genauere Schilderung haben wir von der im Jahre 1811 erfolgten, die uns von einem englischen Schiffscapitän, Tillard, gegeben wurde, welcher sich gerade damals in jener Gegend befand. Ein halbes Jahr vorher hatten sich von Zeit zu Zeit Erdbeben bemerklich gemacht, die am 31. Januar von ganz ungewöhnlicher Heftigkeit waren. Am 1. Februar nun brachten Fischer die Nach-

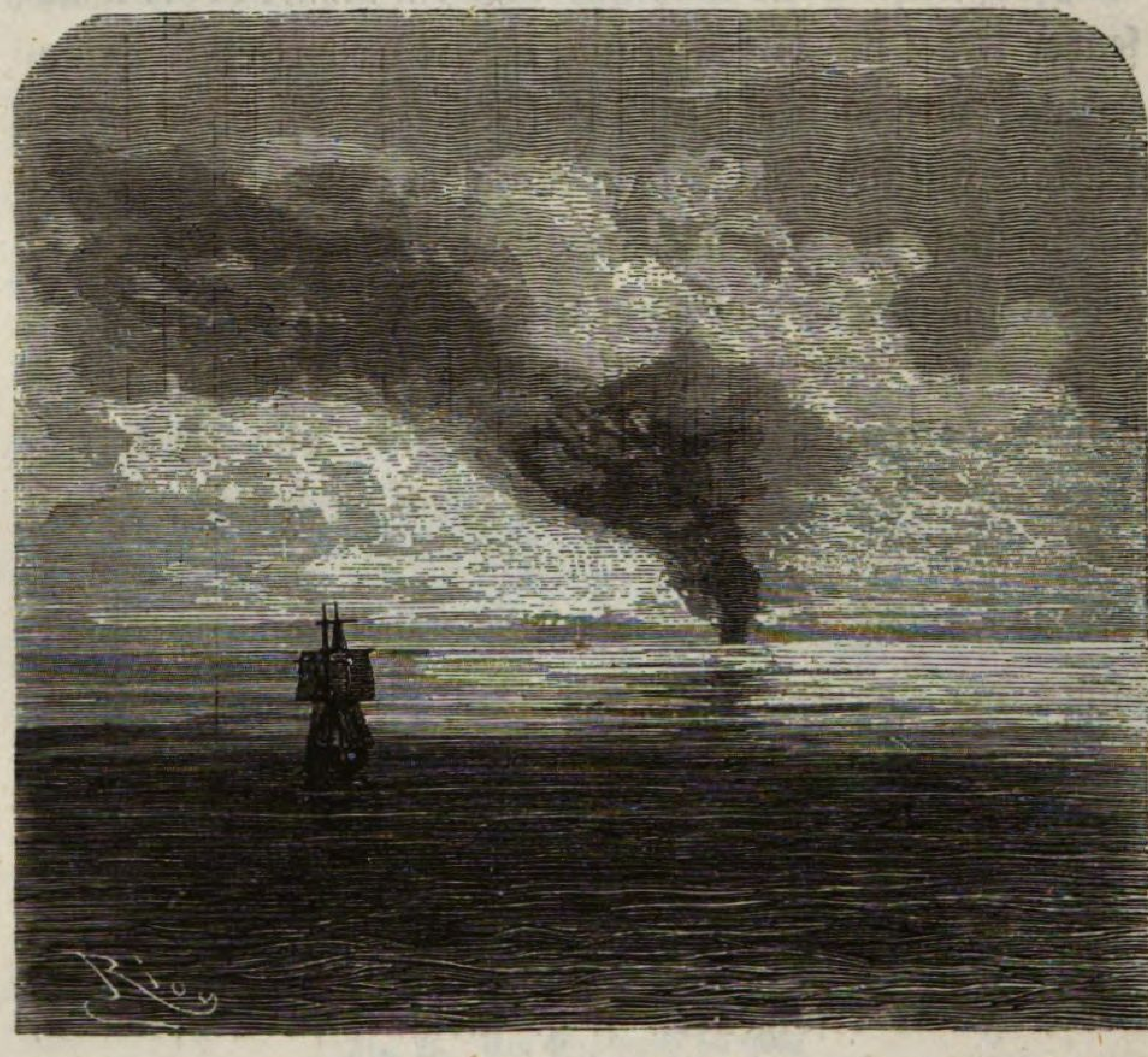


Fig. 26. Unterseeische Eruption.

richt in die Stadt, daß bei dem Dorfe Ginetes, 2 engl. Meilen von der Küste entfernt, im Meer Rauch und Feuer aus dem Wasser aufstiege. Bald brachte auch der Wind die Bestätigung dieser Nachricht, indem dicke Aschen-

wolken bis zu 18 engl. Meilen über die Insel getragen wurden. Auf große Entfernung hin sah man die aus dem Meere aufsteigende, bei Nacht mit feuerigem Scheine leuchtende Rauchwolke, um deren Ausbruchsstelle das Meer in heftigem Wallen erschien. Nach acht Tagen hörte die Eruption auf und als man die Gegend untersuchte, fand man an der Stelle, an welcher das Meer vorher 300—400 Fuß tief gewesen war, eine Aufschüttung in demselben, die bis nahe an die Oberfläche reichte. Mitte Juni desselben Jahres begannen abermals Erdstöße, denen sofort am 13. eine neue Eruption, ähnlich der früheren, folgte, aber an einer $2^1/_2$ Meilen weiter nach Westen gelegenen Stelle, die am 17. Juni ihre größte Heftigkeit erlangte. Auch jetzt erhob sich wieder eine gewaltige Rauchsäule mehrere hundert Fuß hoch in die Höhe, wie bei den meisten vulkanischen Ausbrüchen, sich oben weithin als dunkle Wolke ausbreitend, aus der häufig Blitze hervorzuckten. Als dieser Ausbruch aufgehört hatte, sah man eine gegen 300 Fuß hohe, kegelförmig zulaufende und mit einem Krater versehene Insel vor sich. Der Rand derselben lag an einer Stelle zur Fluthzeit unter Wasser, dennoch stieg noch Feuer aus demselben empor. Als Capitän Tillard die Insel untersuchte, zeigte sich ihre Oberfläche ganz aus Schlacken, Steinen und Asche gebildet, sie war aber noch zu heiß, als daß er sie hätte betreten können. Während der Fluth strömte das Wasser in den Krater, wo es in heftiges Aufwallen gerieth. Die vulkanische Thätigkeit gab sich noch immer durch fortgesetztes Ausschleudern von Asche, Sand und glühenden Steinen zu erkennen, durch welche der Kegelberg der Insel nach

und nach bis zu einer Höhe von 600 Fuß heranwuchs. Als die Eruption nachließ, widerstand die nur aus lockeren Massen gebildete Insel nicht lange dem Andrange des Meeres. Schon zu Anfang des Jahres 1812 war sie völlig unter dem Meeresspiegel verschwunden.

Ein ganz ähnliches Ereigniß fand im Jahre 1831 im mittelländischen Meere, 8 Meilen südwestlich von Sicilien, Statt, über das wir sehr genaue Berichte von verschiedenen Augenzeugen haben. Einer der ersten, welcher das damals neu geborene und mit sieben Namen beschenkte Inselchen besuchte, war der deutsche Naturforscher Fr. Hoffmann, der uns seine Entstehung also schildert*): „Seiner Erscheinung unmittelbar vorher gingen einige nicht sehr bedeutende Erdstöße, welche fünf Tage lang, vom 28. Juni bis 2. Juli, die Bewohner von Sciacca in Schrecken setzten und von welchen zwei der stärksten (30. Juni und 2. Juli) selbst mit der ihnen eigenthümlichen Richtung von SW. nach NO. noch in dem 19 Meilen von Sciacca entfernten Palermo gespürt wurden.

Man ahnete damals überall und auch zu Sciacca durchaus nicht die Bedeutung dieser Erdstöße; nach dem letzten derselben begann indessen wahrscheinlich der Ausbruch, welcher die neue Insel erzeugte, auf dem Meeresgrunde an einer Stelle, welche nach zuverlässigen Angaben etwa 600—700 Fuß tief war. Das erste Erscheinen der dadurch erzeugten Beunruhigung an der Oberfläche des Meeres war bereits am 8. Juli durch ein vorübersegelndes Schiff (il Gustavo, Capitän Trefiletti) wahr-

*) Fr. Hoffmann, Nachgelass. Werke. II. 452.

genommen worden; man beschrieb die Erscheinung wie das Erheben einer großen Wassermasse, welche unter donnerähnlichem Getöse etwa 10 Minuten lang aufwärts sprudelte und dabei eine Höhe von etwa 80 — 90 Fuß erreichte. Sie sank dann nieder und wiederholte sich auf derselben Stelle in unregelmäßigen Zeitabständen von 15, 20—30 Minuten, während sich aus ihr eine dicke Rauchwolke entwickelte, welche den ganzen Horizont einhüllte. Die Aufregung des Meeres in der Umgebung war sehr groß; viele todte Fische schwammen umher.

An der Küste von Sicilien ahnete man noch gar nichts von diesem sonderbaren und so unerwarteten Ereigniß. Während ein ungewöhnlich trüber, nebliger Horizont alle Aussicht in die Ferne verhinderte, sah man am 12. Juli Morgens zuerst eine große Menge kleiner, fein poröser Schlackenstückchen auf dem Meere umherschwimmend, welche ein frischer Südwestwind an die Küste trieb. Man roch gleichzeitig zu Sciacca und in der Umgegend einen auffallenden und lästigen Schwefelwasserstoffgeruch. Die kleinen Steinbrocken, deren Herkunft ein Räthsel war, bildeten am Lande eine oft mehrere Zoll starke Schicht, und die Fischer, welche in See gingen, fanden in geringer Entfernung von der Küste das Meer so mit denselben bedeckt, daß sie zuweilen genöthigt waren, mit den Rudern sich Platz durch sie zu machen. Gleichzeitig zeigte das Meer an seiner Oberfläche viele frisch getödtete Fische umhertreibend, deren sehr viele gesammelt und verkauft wurden.

Am 13. Juli mit Tagesanbruch sah man am Meereshorizont eine hoch aufsteigende Rauchsäule und am Abend

eine Feuererscheinung in derselben, welche die Bewohner von Sciacca nicht mehr zweifeln ließ, daß ein vulkanischer Ausbruch sich ereignet habe. Sie zeigte sich ununterbrochen fortdauernd, ihre Entfernung von der Küste war aber zu groß, als daß man etwas Genaueres über dieselbe hätte ausmitteln können. Den ganzen Tag sah man die gleichförmig, fast senkrecht emporsteigende Rauchsäule, von Zeit zu Zeit hörte man sehr deutlich ein donnerähnliches Getöse herübertönen und am Abende blitzten sehr häufig helle Feuerstrahlen darin auf, wie das Wetterleuchten in warmen Sommernächten.

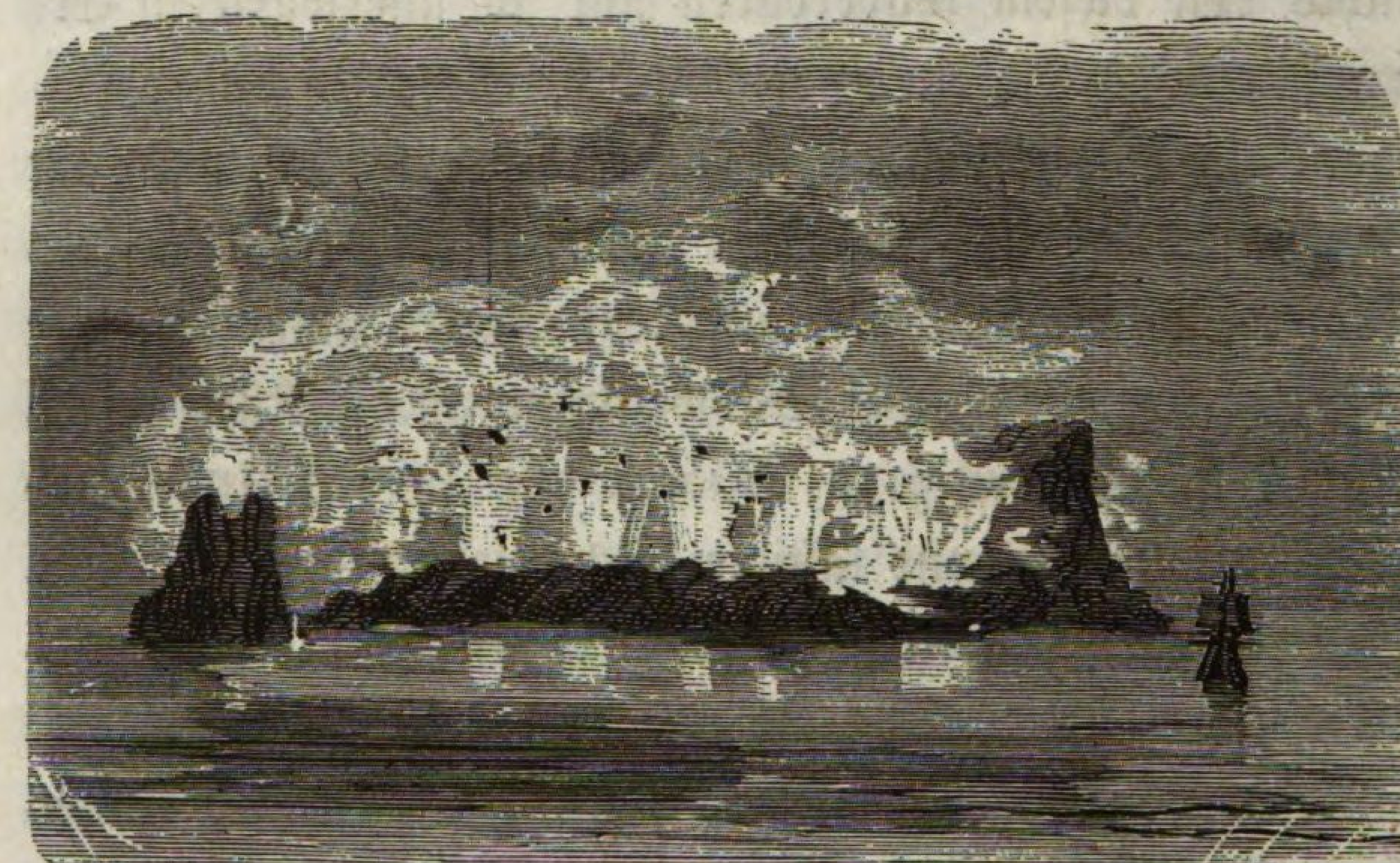


Fig. 27. Insel Julia oder Ferdinandea.

So sah auch ich diese Erscheinung, welche man theilweise schon weither aus dem Innern der Insel von hohen Bergen aus bemerken konnte und es glückte mir am 24. Juli, derselben, so weit als möglich war, näher zu kommen.

Im Heranfahren von Sciacca aus bemerkte man zuerst in etwa $1^1/_2$ Meilen Entfernung eine nur wenig über

dem Meere hervorragende schwarze, kleine Insel, welche der Rauchsäule zur Unterlage diente. Wir näherten uns derselben bis auf etwa eine Viertelstunde und sahen deutlich, daß sie den über dem Wasser hervortretenden Rand eines kleinen Kraters von etwa 600 Fuß im Durchmesser bildete, welcher in fortwährenden Ausbrüchen begriffen war und sich dadurch sichtlich immer höher und höher hervorarbeitete, indem die ausgeworfenen Massen sich regelmäßig und nur durch die Windrichtung modifizirt, um ihn aufschütteten. Aus der Mündung dieses Kraters stiegen zunächst ununterbrochen und mit sehr großer Heftigkeit, doch geräuschlos, große Ballen von schneeweißen Dämpfen auf. Sich an einander kettend und durch einander rollend, bildeten dieselben eine besonders im Sonnenscheine überaus prächtige, glänzende Säule, deren Erhebung über dem Meere wir mit Wahrscheinlichkeit auf 2000 Fuß schätzten. Durch diese geräuschlos stets emporwirbelnde Rauchsäule schossen dann und wann schnell vorübergehend schwarze Schlackenwürfe, welche die Dampfwolken mannichfaltig durch einander rollten; das Prachtvollste der ganzen Erscheinung zeigte sich in den von Zeit zu Zeit erfolgenden heftigen Ausbrüchen schwarzer Schlacken-, Sand- und Aschenmassen.

Unmittelbar unter und neben der weißen Rauchsäule erhob sich dann, furchtbar drohend, oft bis zu 600 Fuß und darüber, eine dichte, schwarze Rauchsäule, welche an ihren oberen Enden sich garbenförmig ausbreitete. In derselben war ein ununterbrochenes, heftiges Arbeiten der stets von Neuem wieder herausgeschleuderten Sand-, Aschen- und Steinmassen bemerkbar, welche zu Tausenden

an ihrem Umfange rings umherflogen und herabstürzten. Jeder Stein, welcher durch den erhaltenen Schwung etwas weiter flog, als die Hauptmasse, führte einen Schweif schwarzen Sandes hinter sich her und es entstanden dadurch merkwürdig strahlenförmige Gruppirungen, wie Raketenbüschel von dunkler Farbe, oder wie Cypressenzweige, welche einen unbeschreiblich schönen Anblick gewährten. Während der ganzen Zeit der Dauer dieses drohenden Phänomens zischte das Meer von den zahlreichen in dasselbe niederfallenden, offenbar stark erhitzten Sand- und Aschenmassen; weiße Dampfwolken stiegen rings aus demselben empor und entzogen bald die Insel unseren Blicken. Inzwischen ließ sich ein Platzen und Rasseln der in der Luft an einander schlagenden Steine und ein Rauschen wie das eines niederfallenden Hagelschauers oder heftigen Regengusses vernehmen. Keine Flammen fuhren aus dem Krater und kein Leuchten war in demselben erkennbar, dagegen sah man in Augenblicken hoher Steigerung des Auswurfes eine große Zahl von oft hellleuchtenden Blitzen durch die schwarze Aschensäule hin- und herzucken und einem jeden derselben folgte deutlich ein lauter und lange anhaltender Donner, welcher von fern her gehört, oft ein gleichförmig fortrollendes Getöse zu sein schien. So dauerte diese majestätische Erscheinung wechselnd oft nur 8—10 Minuten und selbst bis nahe eine Stunde lang ununterbrochen fort, dann verschwand sie und es trat eine mehr oder minder lange Periode der Ruhe ein, während nur das Ausstoßen der Dampfballen fortdauerte. So beschrieben es auch noch spätere Beobachter, im höchsten Grade übereinstimmend

mit den von Tillard bei Sabrina gesehenen und gezeichneten Erscheinungen. Diese Reihenfolge starker Ausbrüche schüttete die hier in Frage stehende Insel in kurzer Zeit bis zur Höhe von etwa 200 Fuß über dem Meere und bis zu einem Umfange von gewiß völlig einer Viertelstunde auf und nachdem sie immer schwächer und schwächer geworden waren, endigten sie am 12. August, etwa einen Monat nach ihrem Anfange. Die neue Insel konnte nun gefahrlos besucht werden und ihre Producte wie ihre ganze Bildung sind deshalb später einer sehr genauen Betrachtung unterworfen worden. Ich selbst war am 26. September wieder dort, zwei Tage später Constant Prévost; doch übten die Wellen des Meeres an dem ringsum frei aus ihnen hervorragenden Sand- und Schlackenberge sehr bald sichtbar ihre zerstörende Kraft, sie bewegten ihn äußerst sichtlich von allen Seiten, verkleinerten ihn mehr und mehr und im Dezember desselben Jahres verschwand er von der Oberfläche.“ Der oben erwähnte C. Prévost betrat die Insel am 29. September, zu deren Untersuchung eine französische Expedition abgeschickt war. Den Umfang der Insel, die sie genau zeichneten, fanden sie zu 700 Meter, die Höhe zu 70 Meter.

Der Abfall nach dem Meere zu, wie der nach dem Krater, war sehr steil, ungefähr unter 45°. Lavamassen waren nirgends zu sehen, doch vermuthete Prévost, daß auf dem Grunde des Meeres sich solche ergossen haben möge. Von verschiedenen Seiten wurde das Eigenthumsrecht auf diese, wie schon erwähnt, von ihren verschiedenen Besuchern mit sieben Namen ausgestattete Insel, beansprucht, vielleicht wäre es noch zu lebhaftem Streite

über sie gekommen, wenn sie nicht bald vom Schauplatze abgetreten wäre. Nicht einmal eine die Schifffahrt hindernde Erhöhung des Grundes ist zurückgeblieben, obwohl noch einmal im Jahre 1853 neue Ausbrüche in der Gegend stattfanden. Auch diese haben keine bleibende Spur ihrer Thätigkeit hinterlassen.



Fig. 28. Krater der Insel Julia.

Aehnliche Ereignisse haben sich an vielen anderen Stellen des Meeresgrundes schon zugetragen, sehr selten jedoch kam es zu einer bleibenden Inselbildung. „Das großartigste Beispiel einer solchen Inselbildung dürfte jedoch im Meere von Kamtschatka in der Kette der Aleuten vorgekommen sein. Dort sah man im Jahre 1796 etwa 45 Werst (ca. 6 g. M.) westlich von der Nordspitze

der Insel Unalaschka, nördlich von der Insel Umnak, in der Nähe eines isolirten Felsens, gewaltige Dampfmassen aufsteigen, welche diesen Felsen auf längere Zeit verhüllten und unzugänglich machten, während welcher Unalaschka von fast unaufhörlichen Erdstößen erschüttert wurde. Als man sich später in seine Nähe wagte, fand man eine kegelförmige Insel, aus deren Gipfel Dämpfe ausgestoßen und Schlacken ausgeworfen wurden; diese Ausbrüche dauerten fort bis zum Jahre 1823, worauf der Vulkan nur noch dampfte. Im Jahre 1819 hatte die Insel, welche den Namen St. Johann Bogoslav erhielt, fast 1 g. Meile Umfang und nach Wassiljews Messung eine Höhe von 2100 Fuß; als sie aber im Jahre 1832 von Tebenkow untersucht wurde, hatte sich ihr Umfang fast auf die Hälfte und ihre Höhe auf 1400 Fuß vermindert. Der ganze Meeresgrund zwischen dieser neuen Insel und Umnak ist erhöht worden und während Cook im Jahre 1778 und Sarütschow im Jahre 1790 mit vollen Segeln darüber hinfahren konnten, so sperren jetzt zahllose Riffe und Klippen die Schifffahrt. Nach den Berichten von Baranow scheint die Insel in der Hauptsache nur aus losen Auswürflingen zu bestehen. Ihre bedeutende Größe und längere Dauer lassen jedoch vermuthen, daß wohl auch Erhebungen des festen Meeresgrundes stattgefunden haben mögen.“ (Naumann, Geologie.)

Wie auf dem Meeresgrunde, so haben sich auf dem festen Lande an verschiedenen Orten Vulkanausbrüche ereignet an Stellen, die vorher ganz eben und frei von allen vulkanischen Producten sich zeigten; das erste derartige wissenschaftlich untersuchte Beispiel lieferte der s. g. Monte

Nuovo an der Bucht von Bajä, der am 29. und 30. September in Zeit von 48 Stunden gebildet wurde und noch jetzt eine Höhe von 428 Fuß zeigt.

Auch dieser Berg zeigte dieselbe Beschaffenheit wie die neugebildeten Inseln. Er besteht nehmlich vorzugsweise aus Bimssteinen und Asche mit Lagen von Tuffschichten, wie sie in dem dortigen Meere sich bilden, die noch Muscheln einschließen, wie sie dort an der Küste in

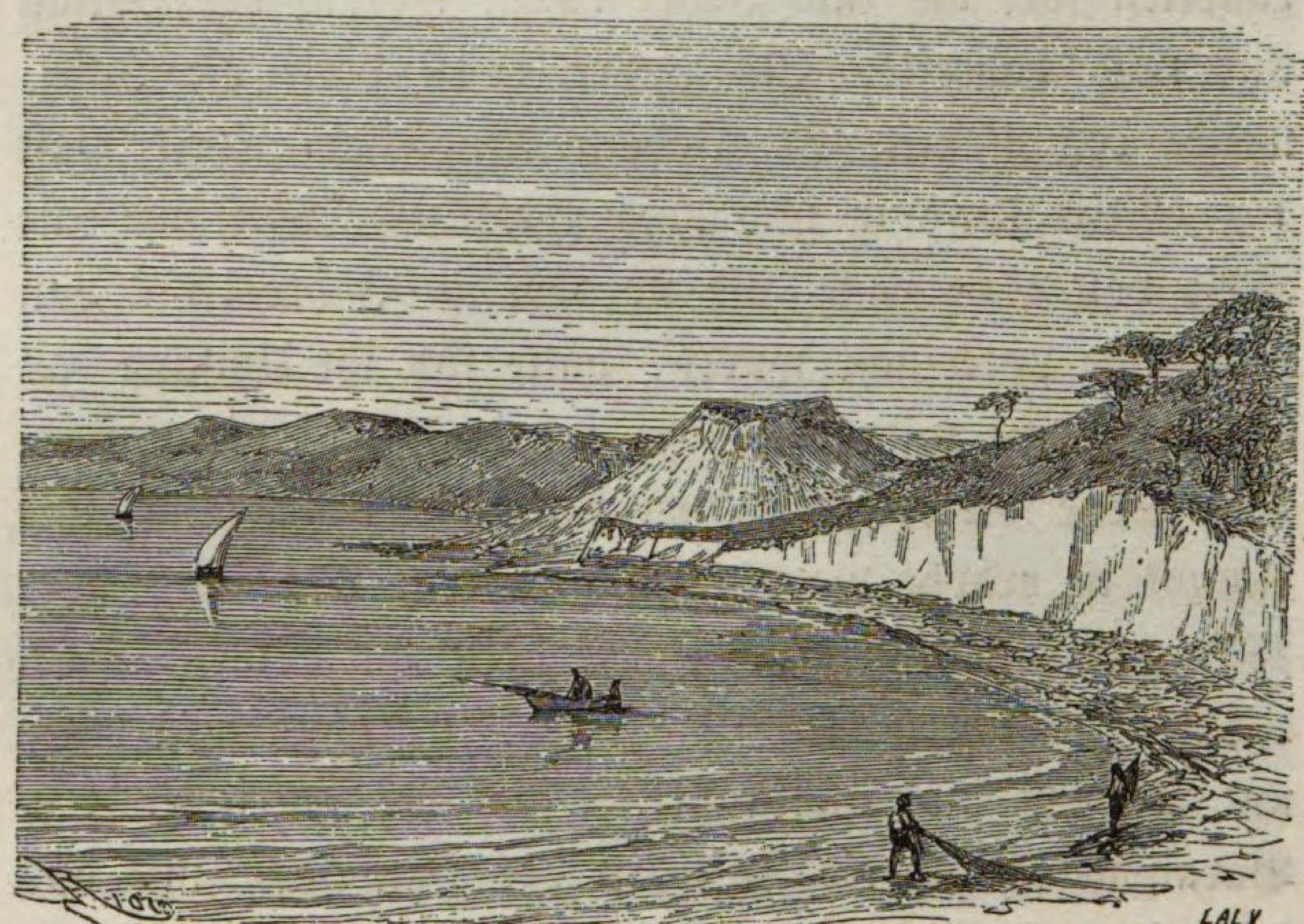


Fig. 29. Der Monte Nuovo.

der See noch leben. Nach Berichten von Augenzeugen wurde der Boden zuerst glockenförmig in die Höhe getrieben und auf der Spitze dieser Auftreibung bildete sich dann die Oeffnung, aus welcher die losen Massen ausgeschleudert wurden, welche schließlich dem Berge seine kegelförmige Form durch Aufschüttung um den Krater gaben. Die neuerdings wiederholt vorgenommene genaue Unter-

suchung desselben hat ergeben, daß die Beschaffenheit des Monte Nuovo durchaus mit dieser Angabe der ältesten Berichterstatter übereinstimmt, daß wir also Hebung des Bodens und Aufschüttung als zusammenwirkend bei der Bildung des Vulkanes annehmen dürfen.

Diese beiden Factoren waren es auch, welche bei der Entstehung eines noch größeren Vulkanes wirkten, bei der des Jorullo in Mexico. Wir haben die merkwürdige Vulkanenreihe kennen gelernt, die sich in diesem Lande quer vom stillen Ocean bis zum Golf von Mexico erstreckt. In der Mitte zwischen zwei größeren Feuerbergen dieser Reihe, zwischen dem Toluca und Colima, war noch im vorigen Jahrhundert eine weite, fruchtbare Ebene, wohlangebaut mit Baumwolle und Zuckerrohr. Am 29. Juni 1759 wurde hier plötzlich starkes unterirdisches Donnern vernommen, begleitet von zahlreichen Erdstößen, welche zwei Monate hindurch anhielten und die Bewohner der Hacienda de San Pedro de Jorullo in große Unruhe versetzten. Im September trat wieder Ruhe ein, aber nur auf kurze Zeit. Am 28. September kamen Arbeiter aus einem Walde zurück von der Stelle, wo sich heute der Jorullo befindet. Mit Erstaunen bemerkte man in der Meierei, daß ihre Hüte mit vulkanischer Asche bedeckt waren. Zugleich wurden die Erschütterungen des Bodens immer heftiger, der Aschenregen breitete sich aus, so daß einige Stunden nach Sonnenuntergang dieselbe schon einen Fuß hoch Alles bedeckte.

„Alles floh, so berichtet Humboldt*), gegen die An-

*) Kosmos. IV. 325.

höhen von Aguasarco zu, einem Indianerdörfchen, das 2260 Fuß höher als die alte Ebene von Jorullo liegt. Von diesen Höhen aus sah man (so geht die Tradition) eine große Strecke Landes in furchtbarem Feuerausbruch und „mitten zwischen den Flammen (wie sich die ausdrückten, welche das Berg-Aufsteigen erlebt) erschien, gleich einem schwarzen Kastell (castillo negro) ein großer, unförmiger Klumpen (bulto grande)." Bei der geringen Bevölkerung der Gegend (die Indigo- und Baumwollencultur wurde damals nur sehr schwach betrieben) hat selbst die Stärke langdauernder Erdbeben kein Menschenleben gekostet, obgleich durch dieselben Häuser umgestürzt worden waren. In der Hacienda de Jorullo hatte man bei der allgemeinen nächtlichen Flucht einen taubstummen Negersclaven mitzunehmen vergessen. Ein Mestize hatte die Menschlichkeit umzukehren und ihn, als die Wohnung noch stand, zu retten. Man erzählt gern noch heute, daß man ihn knieend, eine geweihte Kerze in der Hand, vor dem Bilde de Nuestra Sennora de Guadalupe gefunden habe.

Nach der weit und übereinstimmend unter den Eingeborenen verbreiteten Tradition soll in den ersten Tagen der Ausbruch von großen Felsmassen, Schlacken, Sand und Asche immer auch mit einem Erguß von schlammigem Wasser verbunden gewesen sein. In dem vorerwähnten denkwürdigen Berichte vom 19. October 1759, der einen Mann zum Verfasser hat, welcher mit genauer Localkenntniß das eben erst Vorgefallene schildert, heißt es ausdrücklich, daß der Vulkan espele arena, ceniza y agua. Alle Augenzeugen erzählen... „daß, ehe der furcht-

bare Berg erschien, die Erdstöße und das unterirdische Getöse sich häuften; am Tage des Ausbruchs selbst aber der flache Boden sich sichtbar senkrecht erhob und das Ganze sich mehr oder weniger aufblähte, so daß Blasen erschienen, deren größte heute der Vulkan ist. Diese aufgetriebenen Blasen von sehr verschiedenem Umfang und zum Theil ziemlich regelmäßiger konischer Gestalt platzten später und stießen aus ihren Mündungen kochend heißen Erdschlamm, wie verschlackte Steinmassen aus, die man, mit schwarzen Steinmassen bedeckt, noch bis in ungeheuerer Ferne auffindet."

Nach der Eruption, als Humboldt die Gegend genauer untersuchte (1803), bot sie folgende Erscheinungen dar. Aus der Ebene stieg mit senkrecht gegen dieselbe abfallenden Wänden von durchschnittlich 12 Fuß Höhe kuppelförmig oder schildförmig der gehobene und aufgeblähte Theil derselben auf. Derselbe „hat ungefähr 12,000 Fuß im Durchmesser, also ein Areal von mehr als $^1/_3$ einer geogr. Q.-Meile. Der eigentliche Vulkan von Jorullo und die fünf anderen Berge, die sich mit ihm zugleich und auf Einer Spalte erhoben haben, liegen so, daß nur ein kleiner Theil des Malpais (der gehobenen Ebene) östlich von ihnen fällt. Gegen Westen ist die Zahl der Hornitos*) daher um vieles größer; und wenn ich am frühen Morgen aus dem Indianer-Häuschen der Playas de Jorullo heraustrat oder einen Theil des Cerro del Mirador bestieg,

*) Wörtlich Oefen; so nennen die Bewohner die kleinen, lange Zeit noch Rauch und Dampf ausstoßenden Eruptions-Kegel um den Berg.

so sah ich den schwarzen Vulkan sehr malerisch über die Unzahl von weißen Rauchsäulen „der kleinen Oefen“ hervorragen.“

Unmittelbar am Fuße des Vulkans war das Niveau der erhobenen Ebene 444 Fuß über dem nicht erhobenen Theile, während der Gipfel, den Humboldt, mit Mühe dem mächtigen Lavastrom folgend, der sich aus dem Berge ergossen, erklimmen konnte, zu 1080 Fuß über den zuletzt angegebenen Punkt an seiner Basis emporsteigend fand. Der Aschenkegel über dem Lavastrome war 400 Fuß hoch. Im Krater strömte noch Luft aus, die Humboldt bei seinem Besuche, also 43 Jahre nach dem Ausbruche, noch 93,7° C. fand. Ebenso war die Temperatur in den Spalten der Hornitos 90—95° C. Noch im Jahre 1846, also 87 Jahre nach der Eruption, sah Schleiden noch an zwei Stellen Dampfwolken (Fumarolen) aus der Lava desselben aufsteigen.

Ein ähnliches Ereigniß bildete den Anfang des nun 2500 Fuß hohen und beständig arbeitenden Isalco in Central-Amerika. Auch hier gingen mehrere Monate vorher Erdstöße voraus, von unterirdischem Getöse begleitet. Am 23. Februar 1770 öffnete sich unweit einer Meierei die Erde und es begannen die Ausbrüche, die, mit kurzen Unterbrechungen sich wiederholend, den Berg bis zu der angegebenen Höhe brachten.

An diesen vor unseren Augen in historischer Zeit entstandenen, vorübergehenden wie bleibenden Vulkanen sehen wir, daß Dreierlei bei dem Aufbaue der letzteren zusammengewirkt, 1) eine von Spaltung desselben begleitete Auftreibung oder Erhebung des Bodens, 2) ein reichlicher

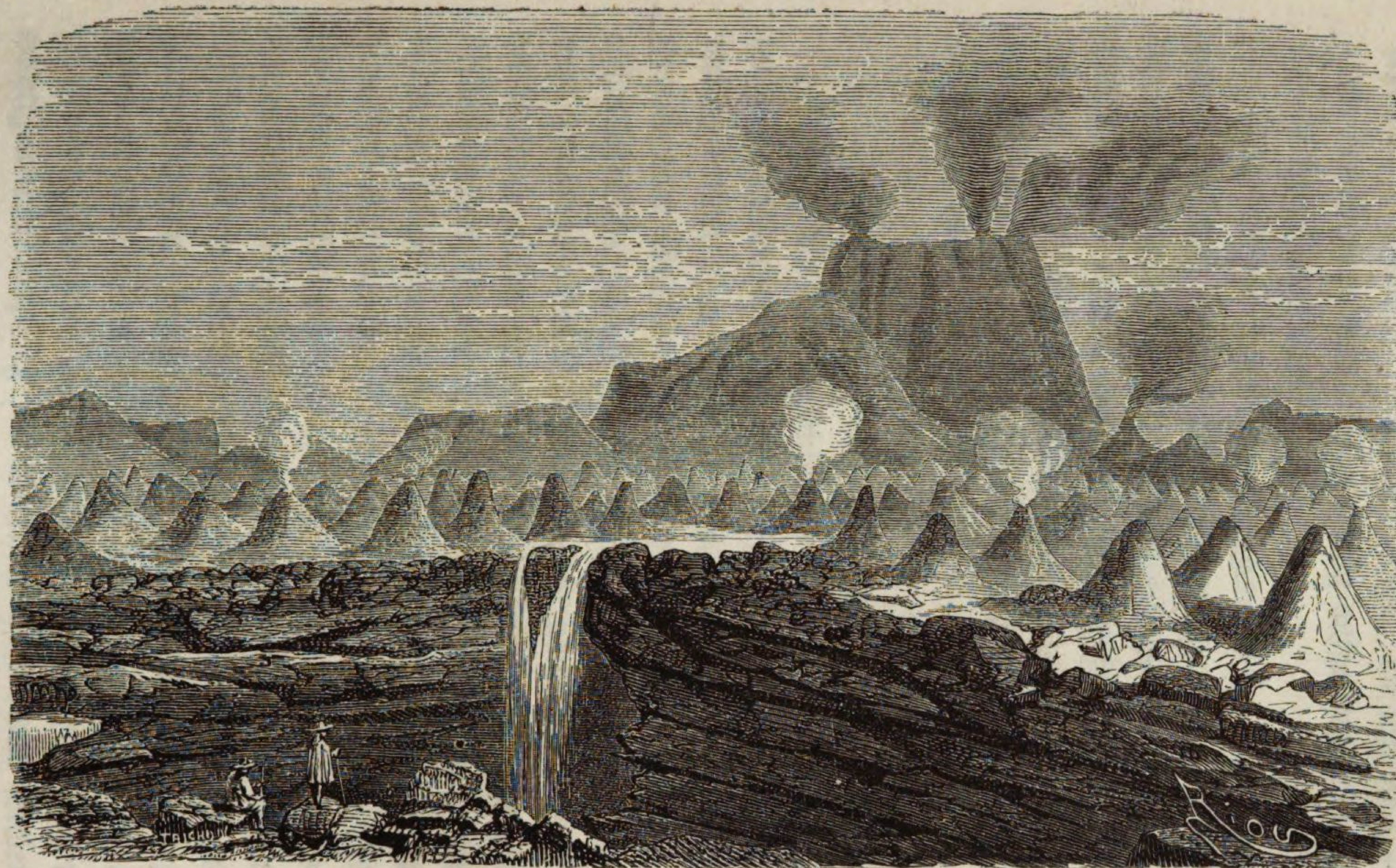


Fig. 30. Der Jorullo.

Auswurf von Stein, Sand und Asche, die um die Oeffnung des Bodens herum kugelförmig aufgeschüttet werden und 3) Erguß von Lava.

Wir dürfen daher auch schließen, daß die alten und hohen Vulkane, deren Entstehung vor die Zeit des Menschengeschlechtes zurückfällt, in ähnlicher Weise sich gebildet haben, wenn es uns auch nicht möglich sein dürfte, jetzt immer zu entscheiden, welchen Antheil die Erhebung an der Bildung des Berges gehabt und wie oft sich dieselbe wiederholt habe.

Sonstige Producte vulkanischer Thätigkeit.

Wir haben als die wichtigsten und augenfälligsten Erzeugnisse vulkanischer Thätigkeit diejenigen näher betrachtet, welche entweder in fester oder flüssiger Form aus dem Krater oder Spalten des Berges ausgeworfen worden, nehmlich Asche, Sand, Steine, Lava und Wasser. Wenn man am Ende eines Ausbruches oder nach einem solchen die Vulkane näher untersucht, findet man auch noch eine Reihe anderer Producte, welche durch Sublimation gebildet, d. h. in der großen Hitze für sich oder mit Wasserdämpfen ebenfalls in Dampfform aufstiegen und beim Erkalten des Berges sich in den Spalten und Ritzen des Kraters oder selbst außen am Berge, zum Theil auch auf den Lavaströmen selbst absetzten. Zu diesen Producten gehören Schwefel, Kochsalz, Chlorkalium und Salmiak, von denen namentlich der erstere und der letztgenannte oft in so großen Mengen angetroffen werden, daß sie einen wichtigen Erwerbszweig für die Umwohner eines solchen Vulkanes bilden. Gerade in Beziehung auf diese Neben-

erzeugnisse verhalten sich die einzelnen Vulkane sehr verschieden. Der Schwefel verdankt seine Entstehung wohl ausschließlich dem Schwefelwasserstoffgas, das sich an der Atmosphäre zersetzt und Schwefel ausscheidet. Während der Eruption verbrennt dieses Gas, das eine wenig leuchtende, bläuliche Flamme bildet, zu schwefliger Säure, bei niedriger Temperatur zersetzt es sich und bildet Wasser und Schwefel. In den erloschenen oder richtiger schlummernden Vulkanen ist die Entwicklung von Schwefelwasserstoff und Bildung von Schwefel die gewöhnlichste Erscheinung, welche seit uralter Zeit die Aufmerksamkeit auf sich gezogen und den alten Vulkanen in diesem Zustande, wenn derselbe dauernd sich zeigt, den Namen Solfatara verschafft hat. „Der Eindruck, welchen ein solcher mit stinkenden Dämpfen, mit Schwefelkrusten und Salzen erfüllter und bunt bekleideter Krater auf die Phantasie macht, ist in hohem Grade ergreifend. Die Alten glaubten sich an solchen Stellen an den Pforten der Unterwelt und nannten daher den Krater der Solfatara Forum Vulcani." (Hoffmann.) In diesem Zustande der Incrustation von Schwefel und Salzen zeigen sich auch die meisten Vulkane unmittelbar nach einer Eruption. Nirgends ist bis jetzt der Schwefel in so großer Menge gefunden worden, als am Aetna, in dessen Umgegend jährlich mehrere Millionen Centner dieses so wichtigen Stoffes gewonnen werden, die seit den ältesten Zeiten sich hier angesammelt haben.

Der Salmiak ist das zweite technisch wichtige Product der Vulkane. Er dürfte kaum einem ganz fehlen, doch ist es auffallend, daß er an manchen kaum in Spuren auftritt, während andere ungeheuere Quantitäten davon

erzeugen. Lange Zeit kannte man ihn nur von den Vulkanen Central-Asiens, dem Hotschen und Peschan. Die Umwohner des letzteren zahlen ihren jährlichen Tribut an den Kaiser von China ganz in diesem Salze, das von diesen beiden Bergen durch ganz Asien verbreitet wird und vorzugsweise durch armenische Kaufleute nach Europa kam. Daher erhielt es den ursprünglichen Namen Sal Armeniacum, aus dem durch Verstümmelung zuerst Sal Ammoniacum und dann Salmiak gebildet wurde. Ueber die Bildung dieses Salzes an den Vulkanen sind die Chemiker nicht ganz einig, auch nicht darüber, ob sich derselbe fertig gebildet als Sublimationsproduct absetze oder ob er erst an der Atmosphäre aus seinen beiden Bestandtheilen Chlor und Ammonium entstehe. Eines der häufigeren Exhalationsproducte sind nehmlich Salzsäuredämpfe (chlorwasserstoffhaltige Dämpfe), obwohl auch diese manchen Vulkanen immer und bei einzelnen Eruptionen anderer, die sie sonst führen, ganz fehlen. Treffen nun diese Ammoniak an, so bilden sie mit diesem den Salmiak. Die vielfach erörterte Frage ist nun die, woher das Ammoniak dazu stamme. Für die Isländischen Vulkane, welche oft sehr reich an diesem Salze sich zeigen, nahm Bunsen an, daß wenn die Lava über Wiesen oder sonst bewachsenes Land ströme, die Gewächse das Ammoniak lieferten. Die große Menge dieses Salzes auf der so pflanzenarmen Insel und der Umstand, daß er selbst an Stellen gefunden wird, wo Jahrhunderte hindurch keine Spur von Pflanzen wuchs, veranlaßten Sartorius, in dem Ammonikgehalt der Luft die Quelle des letzteren Bestandtheiles zu suchen. Es

wird wohl noch weiterer Untersuchungen bedürfen, um darüber sich Sicherheit zu verschaffen.

Auch das Kochsalz ist von manchen Vulkanen schon in sehr beträchtlicher Menge geliefert worden. Man hat in seiner Anwesenheit den Beweis sehen wollen, daß Meerwasser in den Vulkan eintrete. Wenn dies auch bei manchen Eruptionen einiger dem Meere nahe gelegenen Vulkane der Fall sein mag, so muß man doch darauf kein zu großes Gewicht hinsichtlich der Entstehung der vulkanischen Eruptionen legen. Denn wäre der Zutritt von Meerwasser zum Zustandekommen derselben unumgänglich nöthig, so müßte man es bei jeder Eruption finden, was aber durchaus nicht der Fall ist. —

Unter den letzten und unsichtbar dem Berge entströmenden Erzeugnissen der Vulkane ist noch eines zu erwähnen, welches noch gegenwärtig von vielen als erloschen bezeichneten Vulkanen selbst früherer Erdperioden in großen Mengen ausgehaucht wird, die Kohlensäure. Namentlich in der Umgegend des Vesuv entströmt sie nach Ausbrüchen desselben oft in großer Menge dem Boden an vielen Orten und bildet so die gefährlichen Mofetten, die besonders in Kellern, Höhlen und an Orten, wo die Luft eingeschlossen ist, sich ansammeln und Menschen und Thieren, die in den Bereich dieses unsichtbaren Feindes gelangen, plötzlichen Tod bringen. Man vermuthet, daß der Tod des älteren Plinius im Jahre 79 dieselbe Ursache hatte.

Die übrigen selteneren Erzeugnisse vulkanischer Thätigkeit wollen wir ihrer geringen Bedeutung wegen übergehen.

Viertes Kapitel.

Die Ursache der vulkanischen Erscheinungen.

Wir hatten es bisher lediglich mit der Schilderung von Erscheinungen zu thun, welche eine einfache Beobachtung vollständig genau aufzufassen im Stande ist. Wenn wir jetzt nach der Ursache dieser Erscheinungen fragen, nach den Kräften, welche dieselben erzeugen, so müssen wir das Gebiet der Thatsachen verlassen und uns mehr oder weniger auf das unsichere Feld von Vermuthungen und Meinungen begeben, und noch dazu auf ein solches, auf dem seit Jahrhunderten eben dieser Erscheinungen wegen die heftigsten Kämpfe der verschiedenen geologischen Schulen geführt wurden, ohne daß dieselben bis jetzt zu einer ganz bestimmten Entscheidung gebracht worden wären. Diese Thatsache bringt jeden Unbefangenen zu dem Schlusse, daß es eben eine höchst schwierige und ebenso schwer zu entscheidende Frage sei, wie die vulkanischen Erscheinungen zu Stande kommen. Es läßt sich daher bei dem gegenwärtigen Stande unseres Wissens nur eine unvollkommene Antwort auf dieselbe geben und die folgenden Erörterungen sollen den Leser in den Stand setzen, klar diese Schwierigkeit zu erkennen und selbst zu beurtheilen, welche Erklärungsweise wohl die wahrscheinlichste sei.

Wir wollen, um uns die Aufgabe zu erleichtern, dieselbe in einzelne Theile zerlegen. Wenn wir nehmlich die vulkanischen Erscheinungen näher ins Auge fassen, so können wir dieselben in zwei von einander unabhängig

erscheinende Symptomgruppen zerlegen und jede für sich betrachten. Wir bemerken nehmlich 1) die Entwicklung ungeheuerer Hitze, das Hervorkommen ganz erstaunlicher Massen glühend heißer Stoffe, also Wärmeerscheinungen, 2) die Entfaltung gewaltiger mechanischer Kräfte, durch welche ganze Stücke der Erdrinde bewegt, große Massen hoch in die Luft geschleudert werden, also Kraftentwicklung. Wir wollen nun diese beiden Theile vulkanischer Thätigkeit näher in Beziehung auf ihre Ursachen ins Auge fassen.

Ursache der Wärmeerscheinungen.

Wir haben bei der Betrachtung der Verhältnisse der Lava schon gezeigt, daß dieselbe wirklich eine heißflüssige, geschmolzene Masse darstelle und einen so hohen Hitzegrad habe, wie wir denselben auf der Erde nur in unseren Hochöfen künstlich erzeugen können. Man kann dieselbe wohl auf 2000° C. veranschlagen; denn nach directen Versuchen ist zwar der Schmelzpunkt mancher Laven dem des Eisens gleich, also ca. 12—1400°, sie hat aber bei ihrem Ausflußpunkte aus dem Krater jedenfalls eine viel höhere Temperatur, wie schon daraus hervorgeht, daß sie alte und längst erkaltete Lava wieder zum Schmelzen brachte. So wenig nun Wasser, das nicht über seinen Schmelzpunkt oder, wie wir ihn gewöhnlich bezeichnen, Gefrierpunkt erwärmt ist, Eis zu schmelzen vermag, ebenso wenig vermag die Lava bereits erstarrte alte zu schmelzen, wenn sie nicht ebenfalls über ihren Schmelzpunkt erhitzt ist.

Wir sehen auch, welche gewaltige, bei einem Erguß selbst Billionen Kubikfuß erreichende Menge solcher

glühender Massen ausgeworfen werden, so daß wir daraus entnehmen müssen, daß in der Tiefe, aus welcher sie kommt, ein ungeheuerer Wärmeschatz vorhanden sein müsse.

Woher kommt nun diese Wärme?

Bei der Beantwortung dieser Frage gehen nun die Meinungen der Geologen weit auseinander. Die einen sagen: durch wärmeerzeugende Processe im Innern der Erde wird die Lava der Eruptionen jedesmal neu geschmolzen, es ist eine meist locale Erscheinung; die andern behaupten: überall unter der Erdrinde befinden sich geschmolzene Massen, welche durch die Eruptionen nicht erzeugt, sondern nur zu Tage gefördert werden. Die Erde ist eine geschmolzene Kugel, von einer erstarrten Rinde umgeben, überall müssen sich in der Tiefe geschmolzene Massen finden.

Wir wollen zunächst die letztere Ansicht näher ins Auge fassen. Es leuchtet sofort ein, daß wenn dieselbe einigermaßen auf Glaubwürdigkeit Anspruch machen will, sie das Vorhandensein von Wärme im Innern der Erde an allen Orten muß nachweisen können. Das letztere ist nun in der That möglich. Es ist eine allgemeine Thatsache, welche durch die sorgfältigsten Untersuchungen der Neuzeit überall bestätigt worden ist, daß ganz unabhängig von den äußeren Temperaturverhältnissen die Wärme mit der Tiefe zunimmt. Genaue und Jahre lang fortgesetzte Beobachtungen an den verschiedensten Orten haben Folgendes festgestellt. Die äußeren erwärmenden wie erkältenden Einflüsse machen sich nur bis zu einer gewissen Tiefe noch bemerklich und werden mit der Entfernung von

der Oberfläche immer geringer. Das letztere zeigt Jedem das Verhalten unserer Keller auf das deutlichste. In einer Tiefe, welche je nach der Beschaffenheit des ihn bildenden Materials und den Unterschieden zwischen höchster und niederster Temperatur eines Jahres in unseren geographischen Breiten zwischen 60—80 Fuß wechselt, herrscht beständig dieselbe Temperatur. Diese Temperatur ist gleich der mittleren Jahrestemperatur an der Oberfläche der Erde am Beobachtungsorte. Dringt man nun noch tiefer in die Erde, so bemerkt man, daß von diesem Punkte an die Wärme constant und, soweit man bis jetzt directe Untersuchungen vornehmen konnte, ziemlich regelmäßig zunimmt. Es ist dies durch zahllose Beobachtungen in hunderten von Bergwerken aller Länder unter den verschiedensten Himmelsstrichen ausnahmslos nachgewiesen worden. In gleicher Weise haben, und zwar bis zu noch größeren Tiefen hinab, die Bohrlöcher der artesischen Brunnen dasselbe Resultat ergeben. Die höchste bis jetzt in gemessener Tiefe vorgefundene Temperatur betrug 41,7° C. Sie wurde in einem 1071 Fuß tiefen Bohrloche bei Monte Massi in Toscana gefunden. Das am weitesten unter den Meeresspiegel hinabreichende Bohrloch befindet sich in Neusalzwerk in Westfalen; es geht bei einer Tiefe von 2144 Par. Fuß 1926 Fuß unter den Meeresspiegel hinab und zeigte auf seinem Grunde eine Temperatur von 33,6°.

Ueber das Gesetz, nach welchem Wärmezunahme erfolgt, weichen aber die verschiedenen Beobachtungsreihen merklich von einander ab. Als Mittel ergibt sich in runder Zahl auf je 100 Fuß der Tiefe 1° Wärmezunahme. Aus-

nahmen in dem Sinne, daß die Wärmezunahme schon nach weniger Fußen erfolge, sind häufiger als die, welche eine langsamere Steigerung der Wärme erkennen lassen.

Ebenso wenig klar geht aus den bisherigen Beobachtungen hervor, nach welcher Progression die Temperaturzunahme erfolge, ob nicht weiter nach innen immer mehr der Zwischenraum sich steigere, der zwischen zwei um einen Grad des Thermometers von einander verschiedenen Punkten liegt.

Daß wir aber bei diesen Wärmegraden nicht stehen bleiben dürfen, wenn wir uns fragen, welche Temperatur das Erdinnere habe, dafür haben wir auch noch thatsächliche, deutliche Beweise. Wir finden nehmlich von den Graden, die wir direct mit unseren Thermometern als Temperatur der Erde kennen gelernt haben, alle weiter folgenden an den warmen Quellen. Diese kommen mit allen Temperaturen, die das Wasser annehmen kann, ebenfalls in allen Ländern und allen geographischen Breiten an der Oberfläche hervor. Gerade die mächtigsten und heißesten, welche die höchste Temperatur zeigen, die das Wasser überhaupt anzunehmen im Stande ist, finden sich in einem der kältesten Länder, auf der Insel Island. Da alles Quellwasser von außen in die Tiefe gedrungenes atmosphärisches Wasser ist, so kann es die hohe Temperatur, mit welcher es als Quelle hervorsprudelt, nur in dem Boden erhalten haben, durch den es geflossen ist, und wir sind berechtigt, anzunehmen, daß der Boden als solcher diese Temperatur habe, wenn wir nicht allenfalls eine andere Wärmequelle auffinden. Man hat, wie wir

später sehen werden, allerdings nach solchen gesucht, aber keine gefunden.

Das Wasser kann keine höhere Temperatur als die seines Siedepunktes zeigen. Wir können daher aus der Tiefe Wasser mit höherer Temperatur nicht aufsteigen sehen. Auf der anderen Seite sehen wir aber eben an den Laven, daß an einer sehr großen Anzahl von Orten, nehmlich in den vulkanischen Gegenden, aus dem Innern der Erde geschmolzene Massen mit einer sehr hohen Temperatur hervorquellen. Die überwiegende Anzahl der Geologen ist nun der Ansicht, daß man berechtigt sei, so zu schließen: da wir überall auf der Erde die Temperatur mit der Tiefe zunehmen sehen, so wird auch in sehr bedeutender Tiefe überall ein Punkt kommen, wo die Gesteine geschmolzen sind.

Als weitere Gründe für ihre Annahme stützen sie sich auf eine Erscheinung, die sich aus derselben sehr ungezwungen erklären läßt, außerdem gar nicht, nehmlich auf die, daß in den frühesten Zeiten unserer Erdgeschichte, auch in denjenigen Gegenden, in welchen die Sonne 1/4 Jahr gar nicht scheint, ein warmes Klima geherrscht haben müsse, wie sich aus den dort gefundenen Resten von Pflanzen und Thieren, die in jener Zeit daselbst lebten, deutlich nachweisen läßt. Sie führt ferner die neuesten Entdeckungen und Resultate der Astronomie als für diese Ansicht sprechend an, nach welchen jeder Himmelskörper dieselben Stadien der Entwickelung zu durchlaufen habe. Es sind dies der gasförmige oder dampfförmige Zustand, darauf der heißflüssige, glühende, dann der der fortschreitenden Abkühlung und Rindenbildung.

Unsere Erde wäre demnach in diesem dritten Stadium.

Wie aus dem oben erwähnten hervorgeht, kennen wir nicht genau das Gesetz, nach welchem die Temperaturzunahme in größeren Tiefen erfolgt. Würde dieselbe in einfacher arithmetischer Progression vor sich gehen, also immer nach je 100 Fuß die Temperatur um 1⁰ zunehmen, so würde in einer Tiefe von 10,000 Fuß oder ca. $^1/_2$ Meile Siedehitze herrschen und 9 Meilen unter der Oberfläche Alles geschmolzen sein. Wegen der schon besprochenen Unsicherheit der Wärmezunahme aber nimmt man gewöhnlich 10—15 Meilen als diejenige Größe an, welche der Dicke unserer Erdrinde entspricht. Die letztere Zahl entspricht $^1/_{60}$ des Halbmessers der Erde. Es würde demnach das Verhältniß der Dicke unserer Erdrinde zu ihrem flüssigen Kerne sich ebenso verhalten, wie die Schale eines Eies zu seinem Inhalte. Die obenstehende Figur mag dieses veranschaulichen. Stellt A C den Halbmesser der Erde von 860 g. M. Länge dar, so gibt der Theil zwischen den beiden Linien A 10

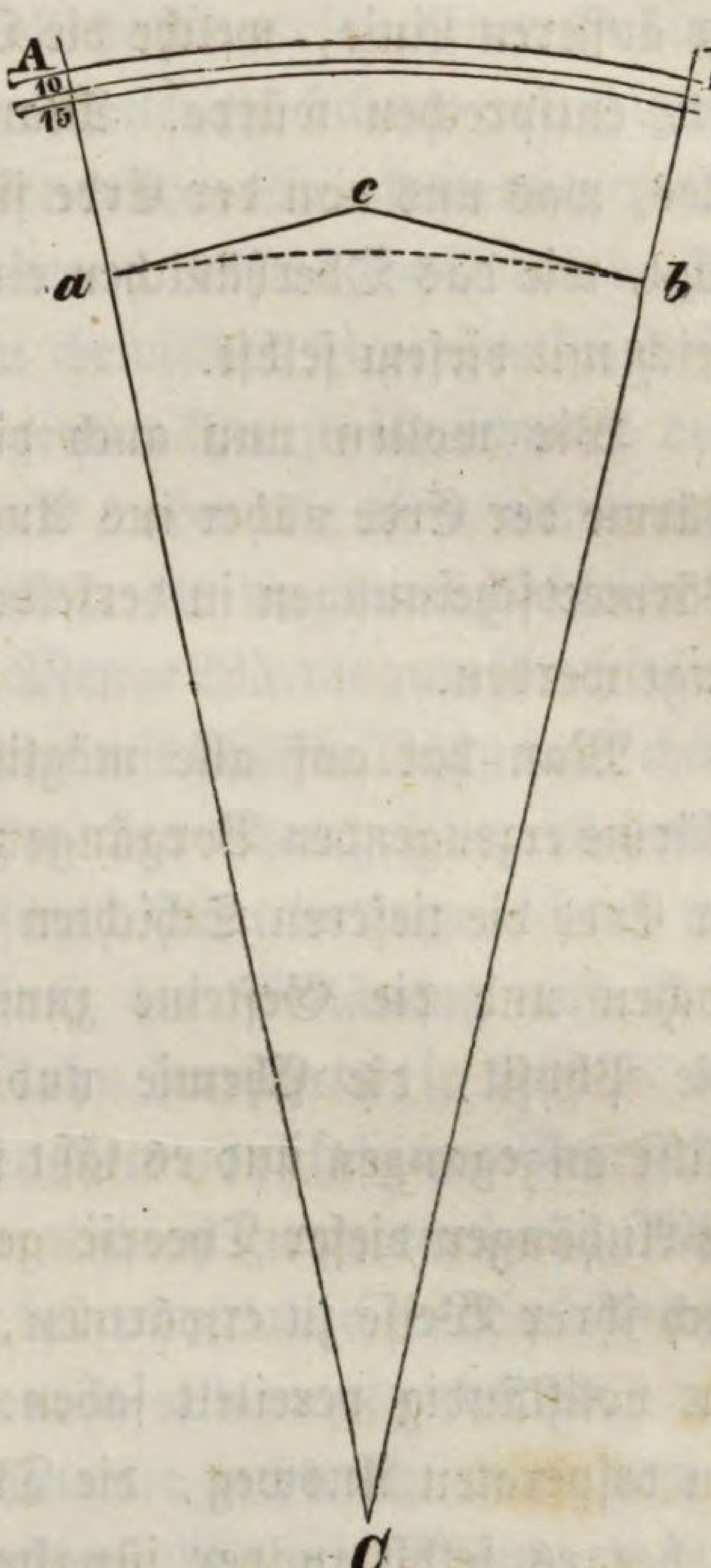


Fig. 31.

und 15 das richtige Verhältniß einer 10 oder 15 g. M. dicken Erdrinde an. Die Tiefenstufe, welche wir direct mit unseren Instrumenten bis jetzt erreicht haben, ließe sich bei diesem Maßstabe nicht mehr angeben, indem selbst die Höhe des höchsten Berges (26000 Fuß) nur der Dicke der äußeren Linie, welche die Oberfläche der Erde bezeichnet, entsprechen würde. Man sieht daraus sofort, daß alles, was uns von der Erde sichtbar ist, kaum so viel beträgt, wie das Oberhäutchen eines großen Apfels im Vergleich mit diesem selbst.

Wir wollen nun auch die andere Ansicht über die Wärme der Erde näher ins Auge fassen, nach welcher alle Wärmeerscheinungen in derselben durch locale Processe erzeugt werden.

Man hat auf alle mögliche Weise versucht, solche Wärme erzeugenden Vorgänge zu ersinnen, die im Innern der Erde die tieferen Schichten erhitzen, die Quellen zum Kochen und die Gesteine zum Schmelzen bringen soll. Die Physik, die Chemie und die Mechanik wurde um Hülfe angegangen und es läßt sich nicht läugnen, daß sich die Anhänger dieser Theorie gewaltig erhitzten, die Erde nach ihrer Weise zu erwärmen, aber alle ihre Bestrebungen vollständig vereitelt sahen. Manche fielen dann auf den desperaten Ausweg, die Thatsachen zu läugnen, und so hat es selbst in der jüngsten Zeit an solchen nicht gefehlt, die im schreiendsten Widerspruch mit allen Beobachtern von ihrem Studirzimmer aus decretirten, daß die Lava gar nicht so heiß sei, wie man sich einbilde. Wahrscheinlich weil sie derselben nie näher als einige hundert Meilen gekommen waren und in dieser Entfernung natür-

lich keine merkliche Wärme an derselben verspürten. Es würde eine große Zeitverschwendung sein, auf alle die mannichfaltigen Versuche einzugehen, die Wärmeerscheinungen in der Erde als fortwährend neu erzeugte zu erklären. Man hat die wunderlichsten Hypothesen aufgestellt, um sich zu helfen. Bald sollten die verschiedenen Gebirgsschichten große galvanische Batterien bilden und Hitze erzeugen, bald wurden brennende Steinkohlenlager oder Schwefelkieslager angenommen, welche die Erdrinde heizten. Dann nahm man zu chemischen Processen seine Zuflucht, ohne dieselben übrigens näher zu bezeichnen, durch welche Wärme erzeugt würde, aber alle diese Erklärungsversuche zeigten weiter nichts, als die Unmöglichkeit, auf diese Art eine hinreichende Menge Wärme zum Vorschein zu bringen. Sie tragen für den mit physikalischen oder chemischen Vorgängen Vertrauten den Stempel der Lächerlichkeit nur allzu deutlich an sich. Eben so unzureichend wird Jeder den neuesten Versuch der Erklärung auf diesem Wege finden, der von Mohr herrührt, so sehr er auch durch Zahlen und Herbeiziehen physikalischer Gesetze sich den Schein von Wahrscheinlichkeit zu geben sucht. Man sieht daraus, daß man bei physikalischen Verhältnissen ganz richtige Zahlen anwenden und richtig addiren, multipliciren und dividiren kann und dabei schließlich doch ein ganz falsches Resultat erhalten. Mohr geht von dem durch die neuere mechanische Wärmetheorie aufgestellten Grundsatz aus, daß jede Bewegung Wärme erzeugt und daß namentlich wenn ein bewegter Körper auf einen anderen aufstößt und dabei zur Ruhe kommt, Wärme frei wird, deren Menge abhängig ist von der Masse und Geschwin-

digkeit des bewegten Körpers. Die genauesten, vielfach wiederholten Versuche haben nun ergeben, daß wenn ein Körper von 1400 Pfund Gewicht einen Fuß herabfällt, an der Aufschlagstelle so viel Wärme frei wird, als hinreichend ist, um 1 Pfd. Wasser um 1° C. zu erwärmen. Er benutzt nun sehr sinnreich diese Erfahrung zum Basaltschmelzen und construirt sich höchst theoretisch seine Schmelze in folgender Weise: Man nehme einen Stempel aus der Erdrinde von 1 Quadratfuß Fläche und 3 Meilen Höhe, lasse diesen 1 Fuß hoch fallen, so wird durch das Auffallen so viel Wärme erzeugt, als nöthig ist, 38 Pfund Basalt zu schmelzen (die Schmelzhitze desselben ist dabei allerdings nur zu 1000° C. angenommen). Das wohlgelungene Experiment im Kleinen wird dann sofort im Großen angestellt. Nun wird sogleich eine Schichte von derselben Höhe von 1/4 Meile Flächeninhalt in derselben Weise fallen gelassen, die gibt uns dann schon so viel Wärme, als nöthig ist, 28 Millionen Kubikfuß zu schmelzen, den Kubikfuß zu 150 Pfund angenommen.

Das klingt nun allerdings ganz plausibel und doch ist es der größte Irrthum, damit die vulkanischen Erscheinungen, zunächst nur die Wärmeerscheinungen der Lava, damit erklären zu wollen. Denn erstens setzt dieses Raisonnement voraus, daß eine solche Masse frei herabfalle, und Mohr hat leider vergessen zu sagen, wie sie vorher in der Höhe gehalten werden, und zweitens hat er wieder vorausgesetzt, daß die gesammte beim Aufstoß frei werdende Menge der Wärme sich dazu herbeilasse, nur auf 28 Millionen Kubikfuß sich zu concentriren und diese zu schmelzen. Die übrigen Massen kriegen einstweilen

nichts von der erzeugten Wärme, die müssen nach wie vor gleich kalt bleiben und warten, bis Mohr aufs neue die Erdrinde hebt und fallen läßt, um auch sie zu schmelzen, um ein Lavaströmchen zu erhalten.

Wohlweislich hat Herr Mohr seinen Lesern, denen er sonst alles ganz genau vorgerechnet, nicht gesagt, wie viel Quadratfuß eine Viertelquadratmeile hat. Es sind nehmlich nicht weniger als 130 Millionen. Daraus ergibt sich, daß wenn jene Erdschichte unten aufschlägt, die Wärme sich ebensowohl auf die untere Fläche der sinkenden Schicht, wie auf die der Unterlage, also über 260 Millionen Quadratfuß, sich vertheilen muß. Denken wir uns auch die Wärmemenge nur auf $^1/_2$ Fuß nach oben und unten von diesen beiden Flächen aus wirkend, so würde sie dann diese 260 M. halbe Kubikfuß auf 250° erwärmen.

Wir brauchen wohl kaum zu erwähnen, daß das Mißverhältniß noch größer wird, wenn wir eine etwas richtigere, den Verhältnissen in der Natur entsprechendere Annahme machen, daß nehmlich ein solches Erdrindenstück nicht frei falle, sondern sich senke. In diesem Falle vertheilt sich nehmlich die Wärme noch viel mehr, zunächst auch auf alle die Seitenwände, mit welchen die sinkende Masse in Berührung kommt. Nehmen wir z. B. an, daß dieselbe eine quadratische Basis habe, also ein rechtwinkliges, vierseitiges Prisma darstelle, so würde die Fläche desselben und die Gegenfläche der stehen bleibenden Erdrinde, an der es sich beim Sinken reibt, so groß sein, daß bei gleichmäßiger Vertheilung der frei werdenden Wärme unter derselben Voraussetzung wie oben (nehmlich

der, daß die Wärme 1/2 Fuß nach beiden Seiten hin wirke) die Temperaturerhöhung doch nur 8° betrage.

Man sieht daraus, daß auch dieser Versuch, die Schmelzhitze der Lava zu erklären, ein ebenso verunglückter ist, als alle früheren.

Die zweite Seite der vulkanischen Erscheinungen, die einer Erläuterung bedarf, ist

die ungeheuere mechanische Kraftentwicklung.

Wenn wir hinsichtlich dieses Punktes die verschiedenen Erklärungen, welche von den beiden großen geologischen Parteien, den Neptunisten und den Vulkanisten (auch Plutonisten genannt) darüber früher gegeben worden sind und gegenwärtig gegeben werden, mit einander vergleichen, so sehen wir, daß sich beide bis zu einem gewissen Punkte sehr nahe gekommen sind, indem beide für einen Theil dieser Kraftäußerungen dasselbe mechanische Verhältniß zur Erklärung herbeiziehen, das wir kurz, um alle dabei wieder eintretenden Meinungsdifferenzen dabei zu vermeiden, als Druck auf die im Innern der Erde vorhandenen flüssigen Massen bezeichnen können.

Durch einen solchen Druck auf diese beweglichen Massen werden dieselben in die Höhe zu steigen suchen und entweder schon vorhandene Spalten und Kanäle, wie sie die Vulkane darbieten, benutzen, oder auch sich solche neu zu schaffen suchen. Um es kurz zu sagen, das Aufsteigen der Lava aus der Tiefe läßt sich durch einen solchen hinreichend großen Druck mechanisch wohl erklären. Wodurch nun dieser Druck erzeugt werde, darüber gehen nun die Meinungen allerdings weit auseinander, indem eine ziemliche

Anzahl von Verhältnissen angegeben werden kann, durch welche ein Druck erzeugt wird.

Die einfachste Weise der Erklärung für denselben ist wohl die, welche sich auf die Thatsache stützt, daß noch gegenwärtig vor unseren Augen viele Theile der Erdrinde in einem Sinken begriffen sind, eine Erscheinung, die wir später noch ausführlicher zu besprechen haben werden. Diese müssen dabei natürlich einen Druck auf die flüssigen Massen ausüben, die sich unter ihnen finden, und dieselben zwingen, sich irgendwo einen Ausweg nach oben zu suchen.

Man hat ferner angenommen, daß in Folge der noch stets wenn auch äußerst langsam fortschreitenden Abkühlung die Erde, wie jeder kälter werdende Körper, einer Verringerung seines Volumens unterworfen sei, sich also zusammenziehe, und daß die Rinde auf diese Weise einen gleichmäßigen, allseitigen Druck auf die inneren noch flüssigen Theile ausübe. Das wäre jedoch nur in dem Falle möglich, wenn die erstarrte Rinde eine vollkommen zusammenhängende, von keinen Spalten durchzogene Schale darstellte. So wie dieselbe aber von solchen Rissen in einzelne Stücke getheilt ist, wie wir es wirklich sehen, wird sich jedes solche Stück für sich zusammenziehen, und eine Verkleinerung des Durchmessers dieser festen Schale ist nicht möglich, sondern höchstens ein Breiterwerden der Spalte. Ein einfaches Beispiel mag dieses klar machen. Man denke sich eine Kugel von Eisen, um die ein Ring von gleichem Metalle und von einem solchen Durchmesser gelegt ist, daß der Ring im erhitzten, also ausgedehnten

Zustande um die Kugel so genau paßt, daß dieselbe gerade hindurchfallen kann. Läßt man nun den Ring sich abkühlen, so wird derselbe enger werden und allerdings einen Druck auf die Kugel ausüben. Nun denke man aber den Ring in einzelne Stücke zertheilt, so wird derselbe, wenn er sich abkühlt, unmöglich mehr die Kugel pressen können, weil er kein zusammenhängendes Ganzes mehr bildet; die im erwärmten Zustande fest an einander liegenden Theile werden sich durch die Abkühlung von einander entfernen und die Risse zwischen ihnen werden deutlicher hervortreten. Die in einzelne Stücke zertheilte Erdrinde kann nur durch ihr Aufliegen auf dem flüssigen Erdkerne einen Druck auf diesen ausüben, also durch ihr Gewicht wirken, und es kommt der Druck, den man in Folge der Abkühlung annimmt, auf den durch Senkung erzeugten hinaus.

Einige Geologen haben auch die Ansicht geäußert, daß, indem die Rinde durch Abkühlung noch dicker werde, die an ihrer Innenseite sich ansetzenden Massen beim Uebergange aus dem flüssigen in den festen Zustand ein größeres Volumen einnähmen und dadurch wiederum auf den noch flüssigen Theil einen Druck ausübten. Mit Ausnahme des Wassers und einiger weniger Körper sehen wir nun allerdings bei allen übrigen Körpern das entgegengesetzte Verhalten eintreten, d. h. sie nehmen beim Uebergang aus dem flüssigen in den festen Zustand ein geringeres Volumen ein. Da wir nicht wissen, wie sich in dieser Beziehung die hier in Betracht kommenden Massen verhalten, so können wir nicht geradezu behaupten, daß auf diese Weise kein Druck stattfinden kann, die Möglichkeit muß man zugestehen, aber es liegt auch durchaus kein

Grund vor, welcher diese Annahme zu einer wahrscheinlichen macht.

Unter allen Umständen würden wir zu einem derartigen Auskunftsmittel nur dann zu greifen genöthigt sein, wenn andere Erklärungsversuche nicht zum Ziele führten. Nun liegt durchaus nichts vor, was die zuerst erwähnten Senkungen als unzureichend erscheinen ließe. Denn so groß auch der Betrag einzelner Lavaströme erscheint, so gering ist derselbe, wenn wir ihn mit dem Volumen der Erde oder selbst nur mit dem eines Stückes der Erdrinde vergleichen. Einen mittleren Lavastrom z. B. können wir zu 500 Millionen Kubikfuß annehmen. Dächten wir uns nun eine Contraction oder Senkung der ganzen Erdrinde auch nur um $1/_{600000}$ einer Linie, so würde dieselbe doch hinreichen, um einen solchen Lavastrom zu liefern. Es hat nehmlich die Oberfläche der ganzen Erde 9,279,848 Q.-Meilen und eine Q.-Meile 521,682,649 Q.-Fuß. Nehmen wir diese letztere Zahl als die Anzahl der Kubikfuße eines mittleren Lavastromes an, so werden wir offenbar die Größe der Contraction der gesammten Erdrinde, welche demselben Volumen entspricht, erhalten, wenn wir 1 Fuß oder 144 Linien mit 9,279,848 dividiren, was dann obige Zahl $1/_{600000}$ Linie gibt. Würden daher auch in jedem Jahre 100 solche Lavaströme an die Oberfläche der Erde gelangen, so wären doch noch immer 6000 Jahre nöthig, um den Halbmesser der Erde auch nur um 1 Linie zu verringern. Man hat wohl hie und da das Verhältniß der vielfach zerspaltenen Erdrinde zu dem flüssigen Erdkerne mit dem Verhalten der Eisschollen in einem See verglichen, und bis zu einem gewissen Grade

paßt auch dieser Vergleich, nur darf man nicht so weit gehen, wie dies früher wohl geschehen ist, anzunehmen, daß die Erdrinde auf dem flüssigen Inhalte schwimme, daß ganze Kontinente wie ein Eisberg ins Wasser tief in die flüssige, heiße Masse eintauchten. Das ist schon aus dem Grunde nicht möglich, weil die ganze Erdrinde, wenn auch vielfach zerklüftet, doch eine Schale oder eine Art von Gewölbe über dem heißen Kerne bildet, das wohl mit einzelnen Theilen auf denselben etwas drücken, aber nicht in demselben schwimmen kann. Das Verhalten der Lavaströme selbst zeigt uns dieses. Wir sehen nehmlich dieselbe überall nur über den Krater ausfließen, aber nicht in hohen Strahlen ausspritzen, wie es der Fall sein müßte, wenn eine so kolossale Wucht, wie die eines Theiles der 10—15 Meilen dicken Erdrinde frei niedersinken könnte *), und die verdrängte Flüssigkeit durch einen so engen Kanal, wie der Krater eines Berges, auszuweichen zwänge.

Manche Geologen glauben, mit der Annahme eines Druckes von außen auf die innere Flüssigkeit auszureichen und alle Erscheinungen der Vulkanausbrüche damit erklären zu können. Es bleibt jedoch dann noch eine Reihe derselben unerklärt, die uns zwingen, noch eine weitere mechanische Kraft herbeizuziehen. Wir sahen, daß unter den vulkanischen Erscheinungen eine große Anzahl solcher

---

*) Das hie und da beobachtete Aufsteigen einer Lavasäule, wie z. B. auf der Insel Hawai rührt von dem hydrostatischen Drucke einer in dem Hauptkrater höher als die Ausbruchsstelle aufgestiegenen Lavamasse her und erfolgt daher nie auf dem Gipfel eines Vulkanes, sondern an einer tieferen Stelle.

sich finden, welche deutlich eine ungemein starke, von unten nach oben wirkende Propulsivkraft bekunden. Wir rechnen hierher die heftigen von unten her erfolgenden Erdstöße mit dem ungeheuer starken unterirdischen Gebrülle, die häufig eine Zerreißung des Berges bewirkenden Erschütterungen des Vulkanes und der Umgegend und die bis zu mehreren tausend Fuß hoch emporgeschleuderten Steine und Felsen. Durch einen bloßen Druck in der Umgegend des Berges auf den flüssigen Erdkern lassen sich diese Erscheinungen nicht erklären. So wenig man im Stande ist, durch Druck von oben auf einen Steinhaufen, in den eine Röhre gesteckt ist, eine Steinfontaine zu erzeugen, ebenso wenig können durch den Krater des Vulkans Steine ausgepreßt werden. Das Emporfliegen der Steine, während die Lava ruhig über den Kraterrand abfließt, zeigt uns deutlich, daß hier kein Druck wirkt, sondern eine Kraft, welche ein Fortschleudern fester Massen zu erzeugen im Stande ist, eine Propulsivkraft, wie wir es oben bezeichneten.

Wodurch kann diese erzeugt werden? Sehen wir uns auf der Erde um und fragen wir uns, mit was wir die gewaltigsten mechanischen Wirkungen zu Stande bringen, so finden wir einen Stoff, dessen Gegenwart bei allen Vulkanausbrüchen die Beobachtung zeigt, nehmlich erhitzten Dampf, dessen erstaunliche Wirkungen ja allbekannt sind. Gerade wie Dämpfe verhalten sich auch Gase, und man hat daher schon seit langer Zeit erhitzte Dämpfe und Gase wenn nicht als das einzige Agens, so doch als dasjenige erkannt, welches neben dem Drucke die Reihe von Erscheinungen bei den Vulkanausbrüchen zu erklären im Stande

ist, welche von der Wirkung des Druckes allein unmöglich herrühren können.

Wir haben schon bei den Beispielen vulkanischer Eruptionen angeführt, welche gewaltige Dampfmassen den Krateren entsteigen, wie dieselben oft in ungeheueren Blasen aus der flüssigen Lava sich frei machen und Steine, Sand und Asche mit sich in die Höhe reißen, und möchten hier namentlich noch einmal an die schöne Darstellung der Thätigkeit des kleinen Vulkanes auf Stromboli durch Fr. Hoffmann erinnern, aus der die Wirkung und das Verhalten des Dampfes in einem kleinen Krater durch unmittelbare Beobachtung sich ergab. Daß die aus der glühenden Lava sich entwickelnden Dämpfe und Gase eine ebenso hohe Temperatur wie diese haben müssen, daß also ihre Spannung und Wirkung durch diese furchtbare Hitze aufs Aeußerste getrieben sein muß, bedarf wohl keiner weiteren Auseinandersetzung. Gustav Bischof hat mit Zugrundelegung der an unseren Dampfmaschinen gemachten Erfahrungen und der auf theoretischem Wege gefundenen Werthe für das Wachsen der Spannkraft mit der Hitze des Dampfes und der Gase berechnet, daß bei der Annahme einer Temperatur für Lava und Dampf von 1224 Graden der letztere eine ununterbrochene Lavasäule von 88,747 Fuß Höhe, also nahezu 4 Meilen, in die Höhe zu heben im Stande wäre. Daß bei einer solchen Spannung, wenn der Krater verstopft ist, die erhitzten Dämpfe und Gase in ihrem Bestreben sich frei zu machen, die heftigsten Erschütterungen des Berges und der Umgegend erzeugen, selbst den Vulkan spalten, wird jetzt weniger mehr Verwunderung erregen. Daß es eben diese von unten

andrängenden Dämpfe sind, welche einen Theil der vulkanischen Erscheinungen, eben die einer Propulsivkraft zu ihrer Erklärung bedürfenden, erzeugen, dafür sprechen auch noch andere Thatsachen. Unter diese gehört die fast regelmäßig beobachtete, daß die Erschütterungen des Bodens um den Berg herum aufhören, wenn der Krater frei geworden ist und die Dämpfe demselben ungehindert entströmen können.

Wenn wir nun auch die Mitwirkung von erhitzten Dämpfen und Gasen für die vulkanischen Eruptionen als eine wesentliche ansehen müssen, so können wir uns doch wieder mancherlei Weisen denken, wie und wo diese Dämpfe entstehen.

Man hat von jeher, seitdem man den Dämpfen eine thätige Rolle bei der Entstehung der Ausbrüche zuwies, das Eindringen von Wasser, und zwar von Meerwasser, in die Tiefen der Erde angenommen. Die Thatsache, daß fast alle Vulkane nahe dem Meere, an Küsten oder auf Inseln liegen, schien allein schon hinreichend, dieses zu beweisen. Doch zeigt auch das wenn auch seltene Vorkommen von Vulkanen im Innern von Kontinenten, wie in Asien, daß nicht unbedingt die Nähe des Meeres erforderlich ist, daß auch größere Ansammlungen von Süßwasser, wie in der Nähe der innerasiatischen Vulkane, das Eindringen hinreichender Wassermassen in die Tiefe möglich machen. Man hat daher das ungleich häufigere Auftreten der Vulkane nahe dem Meere auch daraus abzuleiten gesucht, daß hier an der Scheidelinie von Meer und Land, namentlich da, wo letzteres rasch zu bedeutender Höhe

emporsteige, ein Riß durch die Erdrinde gehe, auf dessen einer Seite eine Erhebung des Landes und auf dessen anderer eine Senkung des den Meeresgrund bildenden Theiles, jedenfalls eine Verschiebung beider gegen einander, stattgefunden habe. Durch diese Spaltung sei es dann dem Wasser leichter gemacht, in die Tiefe zu gelangen.

In welcher Weise dieses Eindringen vor sich gehe, ob durch ein feines stets offenes Spaltennetz, oder durch nur zeitweise sich öffnende weitere Klüfte, wenn Bewegungen in der Erdrinde erfolgen — kurz, über alle die näheren Vorgänge beim Zusammentreffen des Wassers mit den heißen inneren Massen, darüber können wir etwas Sicheres durchaus nicht sagen, weil wir über die Verhältnisse der Erdrinde in der Tiefe auch nur einer halben, ja Viertelmeile gar nichts Bestimmtes wissen, ebenso wenig auch, wie wir bei den Temperaturverhältnissen der Erdrinde auseinandersetzten, über die Dicke derselben, die doch bei diesen Fragen von der größten Wichtigkeit ist. Wir können nicht einmal über die Tiefe, in welcher muthmaßlich Wasser und Lava zusammenkommen, etwas aussagen, und sind auch darüber sehr verschiedene Meinungen möglich.

Es ist möglich, daß das Wasser in verhältnißmäßig geringer Tiefe sich ansammele und erst in Berührung mit den von unten her aufgedrängten flüssigen heißen Massen sich rasch in gewaltige Dampfmassen verwandle, aber auch denkbar, daß das Wasser in sehr große Tiefen auf den Grund gewaltiger Höhlungen hinabstürze und hier zu Dampf werde. Wir können uns eben bei zwei in entgegengesetzter Richtung sich bewegenden und ein-

ander sich nähernden Massen, wie im vorliegenden Falle die aufsteigende Lava und das niedersinkende Wasser, alle möglichen zwischen ihren Ausgangspunkten in der Tiefe und in der Höhe liegenden Punkte denken, wo sie sich treffen.

Bei der vollständigen Unkenntniß über die Verhältnisse der Tiefe und das Verhalten des flüssigen Erdkernes in seiner Berührung mit der erstarrten Rinde wäre es ein höchst überflüssiges Bemühen, einzelne dieser Möglichkeiten näher oder bildlich darzustellen. Die Durchschnitte der Erdrinde, wie man sie noch hie und da abgezeichnet findet, haben keinen weiteren Werth, als Phantasiegebilde beanspruchen können, in den meisten Fällen sind sie geradezu als lächerliche Beweise einer gänzlichen Verkennung der wahren Sachlage und haltloses Blendwerk zu bezeichnen.

Daß außer den genannten Erklärungsversuchen der vulkanischen Erscheinungen noch eine ziemliche Anzahl anderer zum Theil höchst abenteuerlicher Art aufgestellt worden sind, bedarf wohl kaum einer Erwähnung. Electricität, Galvanismus und Magnetismus, selbst die Anziehungskraft der Sonne und des Mondes, wurden zu Hülfe genommen, um dieselben zu erklären. Wir werden bei Betrachtung der zweiten Art vulkanischer Erscheinungen, nehmlich der Erdbeben, noch auf einige derselben zurückkommen.

So unbefriedigend und unvollkommen auch Manchem die Erklärnng der vulkanischen Erscheinungen, wie sie im Vorangehenden zu geben versucht wurde, erscheinen mag,

so wenig würde dieselbe vollständiger und besser ausfallen, wenn wir uns noch weiter auf eine nähere Ausführung einließen. Es läßt sich eben bei dem gegenwärtigen Standpunkte unseres Wissens nicht mehr über dieselben sagen, wenn man nicht ganz und gar auf das unsichere Gebiet von Hypothesen, Möglichkeiten und Vermuthungen sich begeben will, das wir auch im Vorhergehenden nicht ganz vermeiden konnten.

II.

Die Erdbeben.

Erstes Kapitel.

Definition der Erdbeben. Ihre Bewegungsformen.

Daß auf mancherlei Weise die Oberfläche der Erde erschüttert und in Bewegung versetzt werden kann, davon geben uns überall zu machende Beobachtungen häufig Beweise. Wer nur einmal hart neben einem daherrollenden Bahnzuge oder am Fuße eines etwas größeren Wasserfalles gestanden hat, wird gewiß auch die leichten Erzitterungen des Bodens unter seinen Füßen wahrgenommen haben, die von den Bewegungen der Räder und dem Sturze des Wassers herrühren. Aber als ein Erdbeben wird das Niemand bezeichnen wollen. Es hat sich schon seit den ältesten Zeiten als wesentlich mit dem Begriffe Erdbeben verbunden die Vorstellung erzeugt, daß dasselbe nicht auf der Oberfläche wirkenden Kräften seinen Ursprung verdanke, sondern daß der Ausgangspunkt der Bewegung in der Tiefe des Bodens seinen Sitz habe. So können wir auch keine bessere Definition des Begriffes Erdbeben geben, als die, daß man darunter verstehe:

jede fühlbare Bewegung der Erdrinde, welche in der Tiefe ihren Ausgangspunkt hat. Damit sind alle die verschiedenen Ansichten vereinbar, welche man über die Ursache dieser Erscheinungen haben kann, deren Zahl, wie wir bald sehen werden, wenigstens ebenso groß ist, als die der Theorien, welche man über die Ausbrüche der Vulkane aufgestellt hat. Da wir in der Einleitung die Erdbeben zu den vulkanischen Erscheinungen gerechnet haben, so könnte man erwarten, daß zunächst die Berechtigung dieser Zusammenstellung nachgewiesen würde. Doch wird es besser sein, wenn wir dieses aufsparen, bis wir etwas näher die Erscheinungen bei den Erdbeben besprochen haben und die Frage nach der Ursache derselben zu beantworten versuchen.

Zunächst wird es zur Vervollständigung unserer Definition nöthig sein, etwas näher auf die Arten der Bewegung einzugehen, welche sich bei den Erdbeben zeigen. Wo die Erdbeben nur etwas häufiger sind, und leider kommen sie da, wo sie sich überhaupt einstellen, nur allzu häufig vor, hat man schon seit langer Zeit drei verschiedene Arten der Bewegungen unterschieden: eine stoßende, eine wellenförmige und eine wirbelnde, deren Wirkungsweise und Nachweis wir etwas näher ins Auge fassen wollen.

1) Die stoßende Bewegung (moto succussorio bei den Italienern). Sie gibt sich deutlich als solche durch das Gefühl zu erkennen und in dem Worte Erdstoß für Erdbeben ist vorzugsweise diese Art der Erschütterung ins Auge gefaßt. An den Punkten der Erdoberfläche, an denen sich ein Erdbeben in dieser Weise äußert, haben

nicht nur die Menschen alle die Empfindung, als würde von unten her ein heftiger Stoß gegen den Boden ausgeübt, sondern auch aus der Art der Bewegung lebloser Gegenstände läßt sich die Mittheilung eines Stoßes aus der Tiefe sehr deutlich erkennen.

Bei dem Erdbeben, welches im Jahre 1783 Kalabrien so entsetzlich verwüstete und das wir in der Folge nur als das Kalabrische bezeichnen wollen, sprangen die Pflastersteine senkrecht in die Höhe, ja selbst Menschen wurden aufwärts geschleudert und an den am heftigsten betroffenen Orten Häuser von ihren Fundamenten losgerissen und ebenfalls in die Höhe geschnellt. — Bei dem Erdbeben, das Chili im Jahre 1837 heimsuchte, wurde ein 30 Fuß tief in den Boden eingerammter Mastbaum im Fort San Carlos aus der Erde so herausgestoßen, daß ein rundes Loch in dem Boden zurückblieb. Wie heftig diese Bewegung sein kann, dafür lieferte das Erdbeben von Riobamba im Jahre 1797 einen erschreckenden Beweis. Es wurden aus dem lockeren Boden des Kirchhofs viele Leichen in die Höhe geschleudert, manche sagen auf einen mehrere hundert Fuß hohen Hügel hinaufgeworfen.

2) Die wellenförmige Bewegung (moto undulatorio) ist die häufigste und, wenn sie nicht stark ist, am wenigsten gefährliche. Man kann sie sich sehr einfach veranschaulichen, wenn man einen auf dem Boden liegenden Teppich an seinem einem Rande aufhebt und rasch wieder niederzieht. Die auf diese Weise eingeschlossene und vorwärts bewegte Luft bildet dann eine fortschreitende Welle, welche uns das Fortschreiten einer Erdbebenwelle deutlich vor Augen bringt. Auch von dieser wird der Boden gehoben

und gesenkt, und zwar so oft, als einzelne Wellen einander folgen.

Diese Art der Bewegung ergibt sich, so wie sie nur etwas stärker auftritt, ebenfalls sehr deutlich aus ihren Wirkungen zu erkennen, ja das Auge kann diese wellenförmige Bewegung sehr wohl als solche wahrnehmen. Das älteste Beispiel für dieselbe gibt uns die weiter oben S. 71 schon mitgetheilte Beschreibung des mit dem Ausbruche des Vesuvs im Jahre 79 verbundenen Erdbebens. In dem Briefe des Plinius lese wir, daß Wagen auf ebenem Boden bald hierhin, bald dorthin rollten, offenbar weil sie in der Richtung der fortschreitenden Erdbebenwelle standen, die durch die Hebung und Senkung des Bodens ein Hin- und Herrollen des Wagens erzeugen mußte.

Bei dem großen Erdbeben, das mit zahlreichen Stößen vom Jahre 1811—1813 die vereinigten Staaten heimsuchte, konnte man in den Wäldern sehr deutlich aus dem Verhalten der Bäume die Wellenbewegung des Bodens erkennen; die von SW. kommende Welle neigte nehmlich alle die Bäume zuerst gegen Nordost, so daß ihre Zweige sich mit denen der benachbarten noch senkrecht stehenden verwirrten, dann hoben sie sich und schwankten nach der entgegengesetzten Richtung, sobald der hintere südwestliche Abhang des Wellenberges unter ihnen angelangt war. Durch das Krachen der Aeste, wenn sich die Bäume wieder trennten, konnte man das Fortschreiten der Welle sehr klar erkennen. Auch an den Mauern der Häuser, überhaupt aus dem Verhalten der Gebäude, namentlich der Thürme, kann man diese wellenförmige Bewegung des Bodens nach dem Erdbeben leicht nachweisen. Bei

vielen Erdbeben zeigt das von selbst erfolgende plötzliche Anschlagen der Thurmglocken diese Bewegung an. Mauern, deren Richtung mit der des Fortschreitens der Wellen gleich ist, spalten sich, bleiben aber stehen, während die auf dieser Richtung senkrecht stehenden, also den Wellen selbst parallel laufenden, umstürzen. Eine sehr anschauliche Spur seines Ganges hinterließ das Erdbeben vom Jahre 1851 auf der Insel Majorca. In dem dortigen Arsenale, dessen Wände nach den Hauptthimmelsrichtungen OW. und SN. laufen, zeigten sich die an den Wänden angelehnten Gewehre, welche an der nördlichen und südlichen Wand waren, alle über einander gefallen, die an der westlichen lagen ebenfalls alle auf dem Boden, die auf der östlichen sich befindenden waren allein stehen geblieben. Deutlich gibt sich daraus das Fortschreiten der Welle von Westen nach Osten zu erkennen.

3) Die wirbelnde oder drehende Bewegung (moto vorticoso) ist nur bei den stärksten Erdbeben beobachtet und als die verheerendste unter allen erkannt worden. „Sie ist es, sagt Hoffmann, deren Einwirkungen jene entsetzlichen Verwüstungen anrichten, welche in solchen Fällen unabwendbar zu sein schienen. Ihr allein widersteht nichts, was menschliche Kräfte für die Dauer bestimmt haben, sie ist es, welche blühende Städte dem Boden gleich macht, welche die Berge spaltet und in die Thäler wirft, eine der furchtbarsten und tiefeingreifendsten Naturerscheinungen."

Man hat diese drehende oder wirbelnde Bewegung vielfach in Abrede zu stellen versucht. Es ist auch ganz sicher, daß dieselbe nicht ganze Stücke der Erdrinde ergrei-

fen, sondern daß nur an den oberflächlichsten Theilen derselben eine solche eintreten kann. Hier ist sie aber auch durch viele Beobachtungen und sicher constatirte Thatsachen so zweifellos festgestellt, daß es sich nur darum handeln kann, zu erklären, auf welche Weise durch andere Bewegungen der eigentlichen festen Erdrinde an den lockeren Massen der Oberfläche diese eigenthümliche Drehung erzeugt wird. Beweise solcher drehenden Bewegung hat man sowohl bei dem kalabrischen Erdbeben, wie bei einigen südamerikanischen gefunden. Sie bestanden darin, daß geradlinig angelegte Baumpflanzungen nach dem Erdbeben gekrümmte Linien zeigten, daß Häuser, ohne umgestürzt zu werden, mit ihren Wänden nach andern Himmelsrichtungen zeigten, als vorher, daß parallel neben einander liegende, mit verschiedenen Getreidearten bepflanzte Felder eine Vermengung derselben erkennen ließen. Man hat diese eigenthümliche Bewegung aus dem Zusammentreffen von verschiedenen Seiten kommender Erdbebenwellen erklärt und es läßt sich auch dann mechanisch das Zustandekommen solcher Drehungen der oberflächlichen Lagen des Bodens wohl begreifen.

Ein solches Zusammentreffen in verschiedener Richtung verlaufender Wellen mit eigentlichen Stößen erzeugt dann häufig die verworrensten und furchtbarsten, sinnverwirrenden Bewegungen des Bodens. So war es bei dem Erdbeben, das am 26. März 1812 die Stadt Caraccas zerstörte, nach den Berichten A. v. Humboldts gerade so, wie Augenzeugen versicherten, als wenn der Boden auf einmal sich in kochendes und sprudelndes Wasser verwandelt hätte. Noch gewaltiger waren ähnliche unregelmäßige

Bewegungen bei dem Erdbeben, welches den 7. Juni 1692 die ganze Insel Jamaica verheerte. „Zu Port-Royal schien nach der Beschreibung eines dortigen Geistlichen die ganze Erdoberfläche flüssig geworden zu sein. Meer und Festland stürzten sich unregelmäßig durch einander; die Menschen, welche sich beim Anfange der Erscheinung auf die Straßen und auf die Plätze der Stadt geflüchtet hatten, wurden von den Bewegungen des Bodens ergriffen, niedergestürzt, hin- und hergerollt, wobei viele aufs Schrecklichste zerquetscht und verstümmelt wurden; Andere dagegen wurden in die Höhe geschnellt und weit weggeschleudert, so daß einige Menschen, welche sich mitten in der Stadt befanden, weit hinaus in den Hafen geworfen wurden, und indem sie ins Wasser fielen, ihr Leben retteten." (Naumann.)

Die Richtung der Erdbebenwellen.

Bei der zweiten Art der Bewegung der Erdbeben, der wellenförmigen, können wir die Richtung des Fortschreitens der Wellen auf verschiedene Weise bestimmen. Auch die erste Art der Bewegung, die stoßende, erzeugt Wellen, welche von dem Punkte, an dem der Stoß zuerst fühlbar wurde, radienartig in derselben Weise sich ausbreiten, wie die Wellen von der Stelle einer Wasserfläche, an welcher ein Stein hineingeworfen wurde. Die Wirkung des Erdbebens selbst auf lose stehende Gegenstände, auf Mauern und dergleichen, die Bestimmung der Zeit, in welcher zuerst die Erschütterung an den verschiedenen Orten verspürt wurde, gibt Anhaltspunkte, um die Richtung zu bestimmen, nach welcher sich die Erdbebenwellen

fortpflanzen. Um dies namentlich auch bei schwächeren Erschütterungen und mit mehr Genauigkeit vornehmen zu können, hat man verschiedene Vorrichtungen ersonnen, unter welchen sich für alle Erdbeben, die nicht mit einem Umsturz der Gebäude verbunden sind, als am besten geeignet das s. g. Seismometer (Erdbebenmesser) von dem Palermitaner Astronomen Cacciatore herausgestellt hat. Es besteht aus einem kreisrunden, flachen Gefäße, dessen Seitenwände mit acht gleich weit von einander entfernten Oeffnungen versehen sind. Diese führen in Rinnen, welche nach acht kleineren Gefäßen hinlaufen, die um die Schale herum nach den acht Haupthimmelsrichtungen aufgestellt sind. Die Schale wird nun bis zu den Oeffnungen mit Quecksilber gefüllt und an einem Orte aufgestellt, der zufälligen Erschütterungen nicht ausgesetzt ist, am besten geschieht dieses im Freien. Geht nun eine Erdbebenwelle unter der Schale durch, so wird dieselbe gehoben und gesenkt und am meisten Quecksilber wird dann offenbar durch die Oeffnungen auslaufen, welche in der Richtung des Fortschreitens der Welle sich befinden. Man hat daher nach einem Erdbeben nur nachzusehen, in welchen von den kleineren Gefäßen sich am meisten Quecksilber befindet, um die Richtung desselben zu bestimmen. In Palermo, w o dises Instrument länger gebraucht wurde, haben sich nach den Zusammenstellungen Fr. Hoffmanns von 27 stärkeren Erdbeben 19 constant in der Richtung vom Aetna her fortgepflanzt; vier des Jahres 1831 erfolgten von SW. nach NO., diese Richtung führte gerade an die Südküste Siciliens bei Sciacca, wo diese Erdbeben auch stärker verspürt wurden; es war dieses Jahr dasjenige,

in welchem der weiter oben genauer beschriebene vulkanische Ausbruch im Meere bei Sciacca Statt habe. Offenbar waren diese Erdbeben aus jener Gegend her fortgeleitet. Die vier übrigen erfolgten in der Richtung von Süd nach Nord, ohne daß sich hierfür ein Grund angeben ließe.

Angebliche Vorboten und Vorzeichen der Erdbeben.

„In Ländern, wo die Erdbeben vergleichungsweise seltener sind (z. B. im südlichen Europa), sagt A. v. Humboldt, hat sich nach einer unvollständigen Induction der sehr allgemeine Glaube gebildet, daß Windstille, drückende Hitze, ein dunstiger Himmel immer Vorboten der Erscheinung seien. Das Irrthümliche dieses Volksglaubens ist aber nicht bloß durch meine eigene Erfahrung widerlegt; es ist auch durch das Resultat der Beobachtungen aller derer, welche viele Jahre in Gegenden gelebt haben, wo, wie in Cumana, Quito, Peru und Chili, der Boden häufig und gewaltsam erbebt." Es haben in der That die genauesten Beobachtungen ergeben, daß weder der Stand des Barometers, noch des Thermometers, weder die Stärke, noch die Richtung des Windes irgend einen Zusammenhang mit dem Erdbeben erkennen lassen. Es ist zwar für manche Gegenden das Eintreffen von Erdbeben mit einem sehr niedrigen Barometerstande constatirt worden, aber überall nur in Gegenden, wo Erdbeben sehr selten sind. Leider haben wir in den Ländern, wo diese Erscheinungen sehr häufig sind, wie in Süd-Amerika, keine Beobachtungsreihen über die Barometerstände. Wo wir über beides genauere Register haben, spricht nichts für ein derartiges Zusammentreffen niedriger Barometer-

stände und Erdbeben. So hat Hoffmann die Barometerstände von 57 in 40 Jahren eingetretenen Erdbeben in Palermo verglichen und dabei das Resultat erhalten, daß nur in 7 Fällen das Barometer einen sehr niedrigen Stand zeigte, in 3 dagegen ein Maximum, daß er in 20 Fällen im Sinken, in 16 im Steigen begriffen war, bei 11 ein unbestimmtes Schwanken stattfand.

Ob überhaupt die äußeren meteorologischen Vorgänge von einem Einflusse auf die Erdbeben seien, das läßt sich mit Sicherheit nicht angeben; wir werden bei der Frage nach den Ursachen des Erdbebens darauf noch einmal zurückkommen.

Wie vor den Ausbrüchen der Vulkane, hat man auch an manchen Thieren vor den Erderschütterungen ein eigenthümliches Verhalten, Zeichen der Unruhe und Angst beobachtet. Namentlich soll sich das an den Thieren zu erkennen geben, welche im Boden leben oder im Boden wühlen. Von ganz zuverlässigen Berichterstattern älterer und neuerer Zeiten wird dieses wiederholt erwähnt. Schon Le Gentil erwähnt, daß Maulwürfe, Feldmäuse, Eidechsen ihre Löcher verlassen und unruhig umherlaufen, selbst von Grillen und Ameisen wird ähnliches angegeben. Dieselbe Thatsache berichtet A. v. Humboldt aus Süd-Amerika und fügt hinzu, daß in Venezuela die Alligatoren bei Erdbeben ihre Pfützen verlassen und festen Boden aufsuchen. Ein besonderes Ahnungsvermögen schreibt man auch den Schweinen zu, so daß manche ängstliche Personen, wenn sie Erdbeben befürchten, sich genau über das Verhalten dieser Thiere zu unterrichten bestrebt sind. Von der allgemeinen Verbreitung dieser Unruhe unter den Thieren bei dem Neapolitanischen Erdbeben vom Jahre 1805 berichtet

Poli wörtlich also: „Ich will nicht unterlassen, hier noch des gewohnten Vorzeichens zu erwähnen, welches von den Thieren ausging. An allen Orten, wo die Wirkungen des Erdbebens sehr fühlbar waren, fingen einige Minuten vor dem Eintreten der Stöße die Rinder und die Kühe an laut zu brüllen; die Schafe und die Ziegen blökten, und beunruhigt durch einander stürzend, suchten sie die Netze und das Flechtwerk der Hürden zu durchbrechen; die Hunde heulten fürchterlich, die Gänse und die Hühner geriethen in Verwirrung und machten großen Lärm. Die Pferde tobten in ihren Ställen und rissen sich wüthend vom Zügel los, diejenigen derselben aber, welche gerade auf der Straße waren und liefen, standen plötzlich still und schnaubten in ganz ungewöhnlicher Weise. Die Katzen liefen erschreckt davon und suchten sich zu verbergen oder sträubten wild das Haar. Man sah die Kaninchen und die Maulwürfe aus ihren Löchern hervorgehen, die Vögel wurden von ihren Ruhesitzen aufgescheucht und die Fische schwammen ans Ufer, wo sie in großer Menge beim Granatello erhascht wurden. Selbst die Ameisen und Reptilien verließen am hellen Tage in großer Unruhe ihre Erdlöcher und zwar oft schon viele Stunden vor dem Erdbeben; die Heuschrecken sah man in großen Schwärmen während der Nacht durch Neapel gegen das Meer kriechen; geflügelte Ameisen flüchteten sich bei dunkler Nacht in die Zimmer der Häuser. Es gab Hunde, welche ihre Herren wenige Minuten vor dem Erdbeben gewaltsam aufweckten, gleichsam als wollten sie sie rufen und warnen vor der nahe bevorstehenden Gefahr und welche auf diese Weise wirklich auch deren Rettung bewirkten."

Bei vielen Erdbeben hat man das Ausströmen schädlicher, die Respiration beengender Gasarten aus dem Boden beobachtet, und es ist möglich, daß die Thiere, namentlich die in der Erde wohnenden und die mit einem sehr feinen Geruchsinn begabten, wie die Hunde, dieselben schon bei einem sehr geringen Grade der Entwicklung empfinden. Denn eben so oft sind Erdbeben eingetreten, ohne daß an Thieren irgend ein Zeichen der Unruhe bemerkt worden wäre, sie wurden eben so unvorbereitet von demselben betroffen, wie die Menschen.

Dauer der Erdbeben.

Wir müssen zweierlei unterscheiden, wenn wir von der Dauer eines Erdbebens sprechen, einmal nehmlich die Zeitdauer der von einem Stoße oder Impulse ausgehenden Erschütterungen des Bodens und zweitens den Zeitraum, über welchen sich die Wiederholungen dieser Stöße in der Art erstrecken, daß man sie wegen ihres raschen Nacheinanderkommens alle als Folgen ein und derselben Störung im Innern der Erde ansehen kann. Die letzteren Verhältnisse haben wir im nächsten Kapitel zu betrachten, hier, wo wir nur die mechanische und physikalische Seite der Erdbeben ins Auge fassen, haben wir es nur mit der ersten Art der Zeitdauer, nehmlich der der einzelnen Stöße, zu thun. Wenn man irgend einen elastischen Körper anstößt, so wird derselbe in Erschütterungen versetzt, die, immer schwächer werdend, längere Zeit andauern. Von wesentlichem Einflusse auf die Dauer dieser Erzitterungen oder Schwingungen ist die Stärke des Stoßes und der Grad der Elasticität. Eine angeschlagene Glocke, ein angeschlagenes

Glas zeigen uns schon einen Unterschied in der letzteren Eigenschaft durch das ungleich lange Klingen auch bei sonst gleichen Verhältnissen. Noch weniger, aber doch immerhin noch merklich elastisch sind unsere Gesteine, und es ist daher begreiflich, daß einem Stoß, den die Erdrinde erfährt, auch nicht momentan wieder vollständige Ruhe folgen kann. Die fühlbaren Erschütterungen sind aber jedenfalls nur von sehr kurzer Dauer. Wo einigermaßen zuverlässige Zeitangaben vorliegen, dauerten die Erschütterungen eines Stoßes gerade bei den heftigsten Erdbeben nur wenige Secunden. So wurde nach A. v. Humboldts Bericht die Stadt Caraccas durch drei Erdstöße, deren jeder 3—4 Secunden fühlbar war, vollständig zerstört, in dem so kurzen Zeitraume von noch nicht einer Minute kamen durch dieselben 20,000 Menschen ums Leben.

Eine ähnliche kurze Dauer haben alle furchtbaren Erdbeben gehabt. Das Lissaboner im Jahre 1755 bestand ebenfalls aus drei Stößen, der erste, von einer Dauer von 5—6 Secunden, stürzte schon Kirchen und Paläste ein, nach wenig Minuten folgten rasch auf einander zwei andere, die vollends verwüsteten, was der erste verschont hatte.

Die Erschütterungen begleitende Erscheinungen.

Zu den allerhäufigsten, fast nie fehlenden Erscheinungen, welche im Gefolge der Erdbeben auftreten, gehören, wie bei den vulkanischen Eruptionen, im Boden entstehende Geräusche und Getöse verschiedener Art. Am häufigsten werden sie mit dem Donner verglichen oder dem Getöse, das unterirdische Explosionen verursachen.

Auch als klingend, wie das Rasseln schwerer Wagen auf holprigem Pflaster, oder das Klirren von Ketten, oder aneinandergestoßener Massen von Glas oder Porzellan wird es nicht selten bezeichnet. Die Stärke dieser Geräusche steht in gar keinem Verhältnisse zu der Heftigkeit der darauf folgenden Erschütterungen; häufig hat man es schon beobachtet ohne an der Oberfläche wahrnehmbare Bewegungen. Immer aber gehören sie zu den beunruhigendsten Erscheinungen. „Diese Schall-Phänomene, wenn sie von gar keinen fühlbaren Erschütterungen (Erdstößen) begleitet sind, hinterlassen einen besonders tiefen Eindruck selbst bei denen, die schon lange einen oft erbebenden Boden bewohnt haben. Man harrt mit Bangigkeit auf das, was nach dem unterirdischen Krachen folgen wird. Das auffallendste, mit nichts vergleichbare Beispiel von ununterbrochenem unterirdischem Getöse ohne alle Spur von Erdbeben bietet die Erscheinung dar, welche auf dem mexicanischen Hochlande unter dem Namen des Gebrülles und unterirdischen Donners (bramidos y truenos subterraneos) von Guanaxuato bekannt ist. Diese berühmte und reiche Bergstadt liegt fern von allen Vulkanen. Das Getöse dauerte seit Mitternacht den 9. Januar 1784 über einen Monat. Ich habe eine umständliche Beschreibung davon geben können, nach der Aussage vieler Zeugen und nach den Documenten der Municipalität, welche ich benutzen konnte. Es war (vom 13.—16. Januar), als lägen unter den Füßen der Einwohner starke Gewitterwolken, in denen langsam rollender Donner mit kurzen Donnerschlägen abwechselte. Das Getöse verzog sich, wie es gekommen war, mit abnehmender Stärke. Es fand sich

auf einen kleinen Raum beschränkt; wenige Meilen davon, in einer basaltreichen Landstrecke, vernahm man es gar nicht. Fast alle Einwohner verließen vor Schrecken die Stadt, in der große Massen Silberbarren angehäuft waren; die muthigeren, an den unterirdischen Donner gewöhnt, kehrten zurück und kämpften mit der Räuberbande, die sich der Schätze bemächtigt hatte. Weder an der Oberfläche der Erde, noch in den 1500 Fuß tiefen Gruben war irgend ein leises Erdbeben bemerkbar. In dem ganzen mexicanischen Hochlande ist nie ein ähnliches Getöse vernommen worden, auch hat in der folgenden Zeit die furchtbare Erscheinung sich nicht wiederholt. So öffnen und schließen sich die Klüfte im Innern der Erde, die Schallwellen gelangen zu uns oder werden in ihrer Fortpflanzung gehindert." (Humboldt.)

Ein ganz ähnliches unterirdisches Getöse wurde vom März 1822 an ein paar Jahre hindurch auf der dalmatischen Insel Meleda gehört. Es glich ganz dem Schalle entfernter Kanonenschüsse, wiederholte sich auch so häufig, daß man z. B. in der Nacht vom 22. auf den 23. September über hundert Mal dasselbe vernahm. Auch hier erregte es solches Entsetzen unter den Einwohnern, daß sie die Insel verließen. Aeußerst selten waren diese Geräusche von leichten, fühlbaren Erschütterungen der Erde begleitet, die meisten gingen ohne irgend welche merkliche Erzitterung des Bodens vorüber.

Schnelligkeit der Fortpflanzung der Erdbeben.

Für die Frage nach dem Sitze und der Ursache der Erdbeben ist die Schnelligkeit, mit welcher es sich auf der

Oberfläche der Erde fortpflanzt, von der größten Wichtigkeit, da, wie wir später bei Erörterung derselben sehen werden, eine ganz genaue Zeitbestimmung über das Eintreten der Erschütterungen, die von ein und demselben Stoße ausgegangen sind, uns die wichtigsten Aufklärungen über die Tiefe geben könnte, aus welcher dieselben an die Oberfläche gelangen. Leider sind unsere Kenntnisse in dieser Beziehung noch sehr mangelhaft und wir können nur wenig zuverlässige Angaben in dieser Beziehung verwerthen. Es versteht sich ja wohl von selbst, daß bei heftigen Erschütterungen nicht leicht Jemand im Momente daran denken wird, auf seine Uhr zu sehen. Die gewöhnlichen Uhren geben ja ohnedies keine zuverlässigen Zeitbestimmungen an. Bei sehr weithin sich erstreckenden Erdbeben fallen diese Fehlerquellen übrigens nicht so sehr ins Gewicht, wenn man nur die durchschnittliche Geschwindigkeit der Fortpflanzung der Erdbebenwellen bestimmen will. Eines der größten Erdbeben, das Lissaboner, gab in dieser Beziehung gute Anhaltspunkte, indem es bis nach Schweden sich fortpflanzte. Aus dem Zeitunterschiede, welcher zwischen dem Stoße in Lissabon und dem Verspürtwerden desselben am Wenersee in Schweden beobachtet wurde, ergab sich die Schnelligkeit desselben zu 4½ g. Meile in einer Minute oder 1650 Fuß in einer Secunde, was die Schnelligkeit des Schalles in der Luft (gleich 1020 Fuß) um 630 Fuß übertrifft. Nach den sorgfältigsten Untersuchungen des rheinischen Erdbebens vom Jahre 1846 durch Nöggerath hat man die Geschwindigkeit dieser allerdings nicht sehr weit sich erstreckenden Erschütterung zu 1376 Fuß oder 3¾ Meilen in der Minute be-

rechnet. Ein anderes durch die ganzen vereinigten Staaten hindurch fühlbares Erdbeben vom Jahre 1811—13 hat eine Geschwindigkeit von 2180 Fuß in der Secunde oder $5^{8}/_{10}$ Meilen in der Minute ergeben. Diese verschiedenen Resultate rühren wohl größtentheils von der verschiedenen Beschaffenheit des Bodens her. Directe Versuche ergaben nehmlich eine ebenso große Verschiedenheit der Elasticität der Gesteine, von der die Schnelligkeit der Fortpflanzung der Erschütterungen bedingt ist. So zeigte bei solchen Versuchen Granit eine Fortpflanzungsgeschwindigkeit von 1660 Fuß in der Secunde, Kalkstein von 1683, Thonschiefer von 2268 Fuß, also Zahlen, die genau mit den oben berechneten übereinstimmen. Da die Gesteine höchst unregelmäßig in der Erdrinde vertheilt sind und oft mit einander sehr mannichfach wechseln, so werden Unregelmäßigkeiten in der Fortpflanzung wenig auffallen. Dazu kommt noch ein weiterer Umstand, der solche erklärlich macht, nehmlich der, daß selbst ein und dasselbe Gestein durchaus nicht ein zusammenhängendes Ganze bildet, sondern daß alle größere und kleinere Zusammenhangstrennungen erkennen lassen. Ueberhaupt ist es, auch abgesehen von ihrer wechselnden mineralogischen Zusammensetzung, eben der Bau unserer Erdrinde, der, ebenso wie auf die Verbreitung der Erdbeben, auch auf die Schnelligkeit der Fortleitung von großem, wenn auch unberechenbarem Einflusse ist. Auch in dieser Beziehung macht unsere Unkenntniß von der Beschaffenheit der Tiefe alle näheren Erklärungen oder Vorausbestimmungen dieser Verhältnisse unmöglich.

Zweites Kapitel.

Räumliche Verhältnisse der Erdbeben.

Geographisches Vorkommen.

Wenn wir die Gegenden der Erde, in welchen Erdbeben am häufigsten beobachtet werden, auf einer Karte einzeichnen, so bemerken wir sofort, daß sie in den meisten Fällen mit den vulkanischen Landstrichen zusammenfallen, in Europa Unter-Italien, in Amerika die Westküste Süd-Amerikas sind die Länder, welche am häufigsten und heftigsten von diesen Schrecken heimgesucht werden. Doch finden wir auch Erschütterungen von solchen Ländern verzeichnet, welche ferne von allen thätigen Vulkanen liegen. Unter diesen treffen wir solche an, wo sie ganz vereinzelte Erscheinungen sind, wie z. B. in England und Dänemark, andere in denen sie doch, wenn auch durchschnittlich etwas stärker nur 1—2 Mal in einem Jahrhundert auftretend, sich doch immer wiederholen. Dahin gehören die Schweiz, in Süd-Frankreich das Rhonethal, die Pyrenäen und andere Landstriche. Man hat auch die Gegenden, welche häufiger von Erdbeben heimgesucht werden, ähnlich wie die Reihenvulkane, zu einem s. g. Erschütterungsgebiet zusammengereiht, daneben muß man aber auch, wie wir Vulkangruppen unterscheiden, die sich in keine Reihen unterbringen lassen, isolirte Erdbebengegenden anerkennen. Auch bei den großen Erschütterungsgebieten ist es mehr ein geographisches Zusammentreffen einander nahe stehender Länder, in denen sich Erdbeben finden, als ein nachweisbarer Zusammenhang der bald hier bald in diesem Gebiete

auftretenden Erdbeben mit einander oder die Erkenntniß eines gemeinschaftlichen Ausgangspunktes, was dieselben hat aufstellen lassen. Als solche größere Erschütterungsgebiete nennen wir

1) das des mittelländischen Meeres. Denken wir uns eine Linie vom Südende Spaniens durch Sicilien, die südlichen Ausläufer von Morea und Klein-Asien bis an den Demavend südlich vom kaspischen Meere gezogen, so finden wir, daß zu beiden Seiten dieser Linie die Gegenden liegen, in welchen Erdbeben sowohl in Europa, wie in Asien und Afrika ziemlich häufig sind. Man hat selbst in der Art einen Zusammenhang der Erdbeben in diesen Ländern angenommen, daß wenn der östliche Theil dieses Schüttergebietes von Erdbeben oft heimgesucht war, der westliche verhältnißmäßig mehr Ruhe hatte und umgekehrt, und daraus geschlossen, daß eine ähnliche Ursache dieser Thatsache zu Grunde liege, wie der an benachbarten Vulkanen beobachteten. Solche zeigen nehmlich in der Art eine Abwechselung ihrer Thätigkeit, so zu sagen eine gegenseitige Stellvertretung, daß sie nie gleichzeitig thätig sind. Man hat nun daraus geschlossen, daß in der Erde ein derartiger Zusammenhang des gemeinsamen Sitzes der vulkanischen Thätigkeit sich finde, daß wenn den Kräften der Tiefe durch einen Vulkan ein Ausweg offen stehe, sie keine Veranlassung fänden, auch durch den andern sich Bahn zu brechen. Ein ähnliches Verhältniß hat man nun z. B. für Syrien und Italien angenommen, indem allerdings bis jetzt gleichzeitige heftige Erdbeben in diesen beiden Gegenden nicht wahrgenommen wurden. Doch kann dieses auch nur Zufall sein. Eine genauere Betrachtung

der einzelnen Stücke dieses s. g. mittelländischen Schüttergebietes läßt uns kaum annehmen, daß wirklich in der Tiefe ein derartiger Zusammenhang stattfinde, sondern daß eine Anzahl für sich bestehender Erschütterungsmittelpunkte zufällig um und in diesem Meere gelegen sei. Dies zeigt sich deutlich, wenn wir diese etwas näher betrachten.

In Europa vertheilen sie sich folgendermaßen; als die hauptsächlichsten, gesonderten und für sich bestehenden Erdbebenkreise können gelten: die Küste Portugals, die Südküste Spaniens, die Pyrenäen, das französische Rhonethal, Wallis, Unter-Italien, die Küste von Dalmatien, Süd-Griechenland, das Land um Konstantinopel; in Asien finden wir: Klein-Asien vom Rhodus bis zum schwarzen Meere, der Kaukasus, der Landstrich östlich und westlich vom Ararat, das Südende des kaspischen Meeres, die Gegenden am unteren Euphrat, Syrien und Palästina. In Afrika gehört zu diesem mittelländischen Gebiete Marocco in Algier. So lange wir über die Ursachen der Erdbeben so wenig Sicheres wissen, wie es bis jetzt der Fall ist, sind wir nicht berechtigt, diese einzelnen Erdbebengebiete zu einem großen Erschütterungsgebiete zu vereinigen.

Sehen wir uns nun noch nach weiteren ähnlichen Gegenden, die von Erdbeben häufiger betroffen werden, um, so finden wir zunächst in Europa nur wenige solche. Die Moldau und Wallachei, das untere Rheinthal, der nördlich von den Alpen gelegene Theil der Schweiz, Holland und Belgien, Skandinavien werden als solche aufgeführt. Häufig dagegen sind sie auf der Insel Island.

In Asien ist es außer den oben genannten Gegenden

West-Asiens noch die arabische Halbinsel am rothen Meere hin, das Quellland des Amu (Oxus) und Kabul, in welchem Erdbeben öfter vorkommen. Ebenso werden von denselben die Gegenden zwischen dem obern Indus und Ganges heimgesucht und auch am Ausflusse des ersteren Stromes sind heftige Erdbeben schon beobachtet worden. Außerdem sind es noch die Westküsten von Vorder- wie von Hinter-Indien und die vulkanischen Inseln von Java bis gegen Neu-Guinea.

Wie an Vulkanen, so ist auch an Erdbebengegenden Afrika sehr arm; außer Marocco und Algier sind nur noch zwei Landstriche bekannt, in welchen sie vorkommen, nehmlich das Quellland des Senegal und Gambia und Abessinien.

In Amerika haben wir außer den bei der Verbreitung der Vulkane schon erwähnten Gegenden, die zugleich auch als Erdbeben ausgesetzt sich zeigen, noch die Nordküste der Provinz Caraccas und die ganze Reihe der Antillen mit Ausnahme Kubas zu erwähnen.

Auch in Nord-Amerika sind die Erdbeben nicht blos auf die Gegenden, in welchen sich Vulkane finden, beschränkt. Sehr starke Erdbeben hat man auch im Mississippi- und Ohiothale, dann an den Küsten des atlantischen Oceans vom Ausflusse des Potomac bis über Boston hinauf und vom Ontario-See durch Unter-Kanada öfter beobachtet.

Ausbreitung der Erdbeben.

Von dem größten Interesse für die Erdbebentheorie ist die Betrachtung der Ausbreitung eines Erdbebens,

d. h. die Frage, in welcher Art und in wie weit pflanzt sich eine Erschütterung des Bodens von der Stelle fort, wo sie zuerst die Oberfläche getroffen?

Sehen wir in dieser Beziehung die Nachrichten über die verschiedenen Erdbeben genauer an, so werden wir gewahr, daß man, was zunächst die Art des Fortschreitens der Erschütterung betrifft, drei Formen der Fortpflanzung unterscheiden kann, wie dies auch seit längerer Zeit schon allgemein geschieht, obwohl im Grunde nur zwei von einander verschiedene Arten der Erschütterung und Fortpflanzung anzunehmen sind. Man hat nehmlich darnach unterschieden centrale, transversale und lineare Erdbeben, die wir etwas näher betrachten wollen.

1) Centrale Erdbeben. Man beobachtet bei diesen die Erscheinung, daß ein verhältnißmäßig kleiner Raum gleichzeitig von einem Stoße betroffen wird und daß sich dann von da an die Erschütterungen radienartig nach allen Seiten hin ausbreiten und schwächer werden. Die Erdbebenwelle verhält sich hier ganz genau wie eine Wasserwelle, welche durch einen Steinwurf auf der Oberfläche eines Sees sich bildet. Von dieser Form war das große kalabrische Erdbeben vom Jahre 1783. Alle auf einem Kreise um den Mittelpunkt der Erschütterung liegenden Orte empfinden den Stoß gleichzeitig, aber immer später, je größer der Halbmesser des so beschriebenen Kreises ist. Die meisten Erdbeben gehören in diese Kategorie.

2) Transversale Erdbeben. Sie zeigen die Eigenthümlichkeit, daß eine mehr oder weniger lange Linie gleichzeitig von dem ersten Stoße betroffen wird und daß

dann die Wellen von dieser aus in parallelen Zügen fortschreiten. Auf einer Wasserfläche würden wir diese Form der Wellenfortpflanzung erzeugen, wenn wir einen langen Stab auf dieselbe fallen ließen, daß er mit allen Theilen gleichzeitig die Fläche berührte. Gerade für einige der größten Erdbeben ist diese Art der Fortpflanzung nicht zu bezweifeln. Sie ist z. B. von den Gebrüdern Rogers für das große Erdbeben nachgewiesen worden, das am 6. Januar 1843 die vereinigten Staaten fast in ihrer ganzen Ausdehnung in Bewegung setzte. Die Linie, in welcher hier die Erschütterung zuerst und gleichzeitig gefühlt wurde, ging von Cincinnati über Nashville an die Westgrenze von Alabama in einer Länge von 80 — 90 g. Meilen. Man hat zwar diese Art der Erdbebenausbreitung anzuzweifeln gesucht, aber die Thatsachen, wie auch theoretische Betrachtungen über die Fortpflanzung von Erschütterungen lassen solche Zweifel unbegründet erscheinen. Viel begründeter sind dagegen solche gegen die dritte Art.

3) Die linearen Erdbeben. Man versteht darunter diejenigen Erdbeben, bei welchen die Erschütterung von einem Punkte ausgeht, sich aber nur nach zwei Seiten hin in einer Linie fortpflanzt und auf einen schmalen Streifen beschränkt bleibt. Solche Erdbeben sind offenbar nur centrale, bei denen durch den localen Bau der Erdrinde die Ausbildung der Kreisform der Wellen unmöglich gemacht wird. Sie finden sich daher nur an Meeresküsten, denen zugleich höhere Gebirge parallel laufen. Die südamerikanischen Erdbeben zeigen meistens diese Eigenthümlichkeit, die Erschütterung bleibt auf einem schmalen Saum an der Küste hin beschränkt, so weit sich dieselben auch nach

Norden und Süden fühlbar machen, was manchmal bis auf 200 g. Meilen der Fall ist.

Was nun die geographische Ausbreitung, d. h. den Flächenraum anbelangt, über den sich die Erschütterungen eines und desselben Erdbebens fühlbar machen, so bewegt sich dieselbe zwischen außerordentlich weiten Grenzen. Die centralen und transversalen Erdbeben nehmen den größten, die linearen auch bei ungleich weiterer Erstreckung in einer Richtung den kleinsten Raum ein. Von wesentlichem Einflusse auf die Ausdehnung ist natürlich die Heftigkeit des Stoßes neben den Verhältnissen der Erdrinde im Schüttergebiete und wohl auch die Tiefe, in welcher die Erschütterung der Erdrinde stattfand.

Manche Erdbeben erreichen die Oberfläche nicht und werden nur zufällig in der Tiefe empfunden. So fühlten 1812 die Bergleute zu Marienberg im Erzgebirge in der Tiefe eine starke Erschütterung, so daß sie voller Entsetzen die Grube verließen, während auf der Oberfläche des Bodens nicht das geringste Erzittern verspürt worden war. Andere werden nur auf einem ganz kleinen, eng begrenzten Bezirke bemerkt, und so finden wir Beispiele für alle möglichen immer weiter ausgedehnten Räume, von wenigen Quadratmeilen bis zu hunderten, tausenden, ja zehn- und hunderttausenden von Quadratmeilen.

Eines der größten Erdbeben, über das wir sichere Nachrichten haben, war das Lissaboner vom 1. November 1755. Dasselbe verbreitete sich über die ganze iberische Halbinsel, Frankreich, die Schweiz, Italien, Baiern und Böhmen; es wurde an den Küsten von Dänemark bis nach Schweden verspürt, in gleicher Weise machte es sich

durch plötzliche heftige und ungewöhnliche Bewegungen des Meeres an den Küsten von England und Schottland bemerklich. Nach Süden wurde es bis Marokko verspürt und nach Westen reichte es bis in die vereinigten Staaten, indem Boston, New-York und Philadelphia erschüttert wurden, ja selbst noch der Ontario-See in heftige Wallungen davon gerieth. Der Flächenraum der bei diesem Erdbeben ergriffenen Länder- und Meeresstrecken betrug 700,000 g. Q.-Meilen, kommt demnach dem 13. Theile der gesammten Erdoberfläche gleich.

Von wenigstens gleicher Ausdehnung, wie das Lissaboner Erdbeben, wahrscheinlich dasselbe hierin übertreffend, war dasjenige, welches am 7. November 1837 am heftigsten bei Valdivia in Chili verspürt wurde. Während seine Ausbreitung nach Osten durch die Anden fast aufgehoben wurde, erstreckte es sich nach Westen hin in ungeheuere Entfernungen, über mehr als $1/4$ des ganzen Erdumfanges. Auf den Schiffer-Inseln, 100 Grad westlich von Chili, machten sich die Erdbeben noch bemerklich, heftige Bewegungen des Meeres, als plötzlich eintretendes starkes Steigen und Fallen sich zu erkennen gebend, wurde an den genannten, dann an den gleich weit westlich gelegenen Vavao-Inseln, ebenso auch auf den 62 Breiten- und 84 Längengrade von Valdinia entfernten Sandwich-Inseln in Folge dieses Erdbebens wahrgenommen. Denken wir uns die genannten Punkte, die Sandwich- und Freundschafts-Inseln, durch eine Linie verbunden, ziehen wir von dieser eine Linie nach Valdivia und ebenso eine solche von den Sandwich-Inseln an die Westküste von Süd-Amerika auf den Aequator, so wird durch dieselben ein Raum ein-

geschlossen, der ungefähr 1 Million Quadrat-Meilen enthält, also dem zehnten Theil der Oberfläche der Erde gleichkommt. So gewaltig ist die Ausdehnung, welche diese Erderschütternugen zuweilen erreichen. Einen gleichen Verbreitungsbezirk zeigte das Peruanische Erdbeben oder richtiger Meeresbeben vom Jahre 1868, auf das wir später noch näher eingehen werden. Bei dieser Angabe über die Verbreitung des Erdbebens ist vorausgesetzt, daß auch der Erdboden, wenn auch nicht in fühlbarer Weise, ebenso weithin an der Erschütterung Theil genommen habe, wie das Wasser, was freilich nicht streng zu beweisen, wenn auch aus manchen Gründen wahrscheinlich ist.

Unregelmäßigkeiten in der Verbreitung.

Wir haben oben zur Veranschaulichung der verschiedenen Fortpflanzungsformen der Erdbeben ihre Bewegung mit denen des Wassers verglichen. Es bedarf wohl kaum einer Erwähnung, daß bei den Erdbebenwellen auch dadurch eine Verschiedenheit in der Ausbreitung sich kund geben muß, daß die Erdrinde weder von gleichartigen Stoffen, noch von zusammenhängenden Massen gebildet wird, sondern von sehr verschiedenartigem Material, das noch dazu oft sehr unregelmäßig über einander gelagert ist. Das letzte Beispiel, das wir für die große Ausdehnung der Erdbeben anführten, das Erdbeben von Valdivia, zeigte uns schon eine derartige Ungleichheit, indem von dem Punkte der heftigsten Erschütterung an diese sich nur nach einer Seite nach Westen ausbreiteten, die östliche Hälfte des Erschütterungskreises fehlte so gut wie ganz.

Halten wir uns zunächst an die vorliegenden Thatsachen, so können wir daraus folgende Schlüsse ziehen:

Die Fortleitung der Erdbebenwellen ist wesentlich von dem Baue der Erdrinde abhängig; es sind namentlich die großen sehr hohen Gebirge, welche den Verlauf derselben sehr merklich beeinflussen.

Was die letzteren betrifft, so üben sie in den meisten Fällen einen hemmenden Einfluß in der Art aus, daß sie wie einen Wall der Fortbewegung entgegensetzen. Aeußerst selten pflanzen sich die Erdbeben quer durch die Gebirge fort. Sehr deutlich zeigt sich dies in Süd-Amerika, so außerordentlich heftig sie an der Küste und der Nordseite des Küstengebirges von Caraccas sich zeigen, wie die fürchterlichen Verwüstungen bei den Erdbeben von Valdivia, Lima, Callao, Riobamba, Cumana und Caraccas erkennen lassen, so geringfügig, ja meist ganz unbemerkt gehen sie an der Ostseite jener und der Südseite dieses Gebirges vorüber. Ganz ähnlich zeigte sich der Einfluß der Apenninnen bei dem Erdbeben von Kalabrien, das auch auf die Westseite derselben beschränkt blieb. Hier und da gehen allerdings auch die Erschütterungen durch die Gebirgsketten hindurch, namentlich sind solche Fälle in Central-Asien schon öfter beobachtet worden, wo sie sowohl durch den Hindukusch, wie durch den Thian-Schan sich fortsetzten.

Die Lage und Neigung der verschiedenen festen Gesteine, die Mächtigkeit (Dicke) der ihnen aufgelagerten lockeren Massen muß jedenfalls auch von dem größten Einflusse auf die Stärke sein, mit der sich ein Erdbeben geltend macht.

Denken wir uns z. B. in Fig. 31 feste Gesteine c d und in der Richtung der Pfeile pflanze sich eine Erschütterung aus der Tiefe fort, so werden in diesem Falle dieselben in den lockeren aufgelagerten Massen bei a sehr wenig bemerklich sein, während c und d dieselben gleich stark empfinden werden; sind die in b eingelagerten Massen sehr dick, so werden an der Oberfläche die Wirkungen

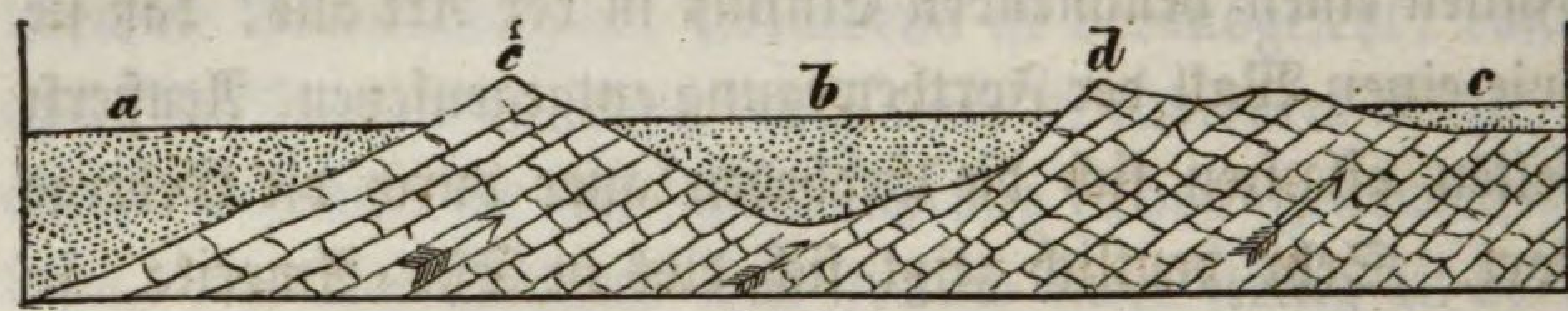


Fig. 31.

gering sein, in dem Falle wie e, wenn sie sehr wenig dick sind, werden dieselben aber als in der Richtung des Stoßes gelegen ungemein heftig betroffen werden. Wenn wir etwas näher die Wirkungen der Erdbeben betrachten, werden wir mehrere Beispiele erwähnen, wo sich derartige Ungleichheiten in der Wirkung an unmittelbar neben einander liegenden Punkten sehr augenfällig bemerklich machten.

Von eben so großem Einflusse müssen auch die im Innern der Erde vorhandenen Hohlräume sein.

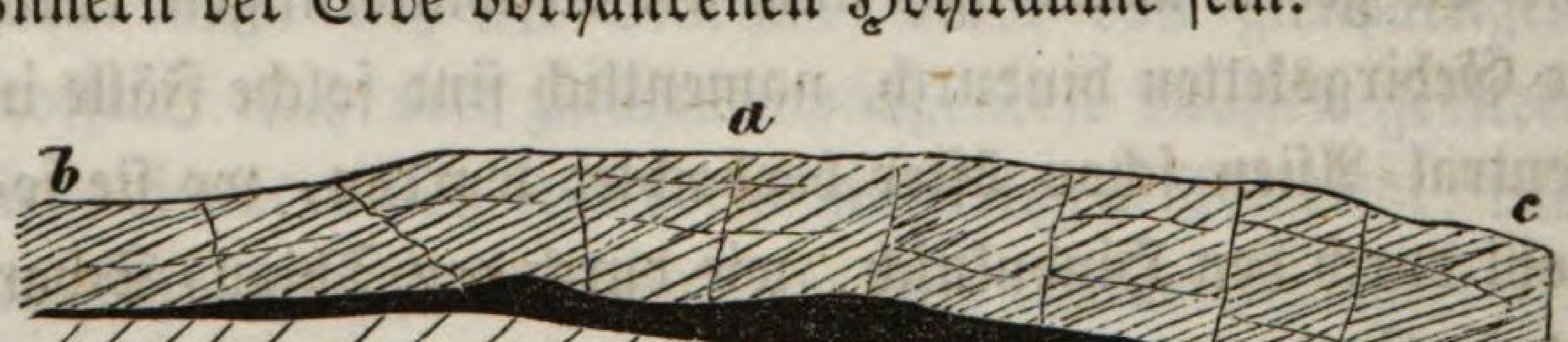


Fig. 32.

Es sei z. B. unter a eine Höhlung oder auch nur eine von oben nach unten schmale, aber nach den beiden andern Richtungen weite Spalte, wie sie die Wässer erzeugen

können, so wird eine aus der Tiefe kommende Erschütterung wohl bei b und c empfunden werden, aber nicht bei a.

Wir begreifen aus den angeführten Verhältnissen, daß es in einem größeren Erschütterungsgebiet einzelne Stellen geben kann, die von den Bewegungen ganz frei bleiben. In Peru sind derartige stets ruhig bleibende Orte längst bekannt, die Eingeborenen sagen, daß dieselben „eine Brücke bilden", unter der die Bewegung fortschreitet.

Auch in dieser Beziehung müssen wir uns mit der Angabe der verschiedenen Möglichkeiten, wie solche Unregelmäßigkeiten in der Fortpflanzung der Erschütterungen eintreten können, begnügen; da wir die Verhältnisse der Tiefe nicht kennen, müssen wir uns eben an solchen Vermuthungen genügen lassen.

Drittes Kapitel.

Zeitliche Verhältnisse der Erdbeben.

Dauer.

Wir haben schon oben über die Dauer der einzelnen Stöße, d. h. über die Länge der Zeit, in welcher die von einem Stoße an der Oberfläche erzeugten Schwingungen empfunden werden, das Nöthige unter den physikalischen Verhältnissen angegeben. Hier haben wir nun noch auch die Dauer eines ganzen Erdbebens zu besprechen, indem es nur äußerst seltene Fälle sind, daß ein solches mit einem Stoße beendigt ist. In der Regel wiederholen sich die-

selben nach längeren oder kürzeren Intervallen. Bei den meisten heftigen Erdbeben kamen die ersten und stärksten Stöße rasch hinter einander, oft nur eine Pause von wenigen Secunden zwischen sich lassend.

So dauerte das Erdbeben, das im Jahre 1839 die kleinen Antillen, vorzüglich aber die Insel Martinique heimsuchte, nur 30 Secunden, d. h. nach dieser Zeit trat wieder eine absolute, Jahre lang dauernde Ruhe der Erdrinde ein. Das Erdbeben von Jamaica im Jahre 1692 dauerte 3 Minuten, das Lissaboner 5 Minuten. Häufiger dagegen sind die Fälle, in denen ein und dieselbe Gegend, wenn einmal die Erschütterungen begonnen, Wochen, ja Monate und Jahre nicht mehr zur Ruhe gelangte. Auch für solche länger sich fortsetzende Erdbeben wollen wir nur einige Beispiele anführen.

Das Erdbeben, welches in einem Theile Savoyens 1808 stellenweise mit sehr heftigen und zerstörenden Wirkungen sich äußerte, hatte eine Dauer von 7 Wochen, vom 2. April bis 17. Mai. 1663 wurde Kanada von einem Erdbeben heimgesucht, welches 6 Monate lang täglich mit mehrfachen Stößen sich bemerklich machte. Das furchtbare Erdbeben, welches 1766 gleich mit seinen ersten Stößen Cumana zerstörte, hat fast 14 Monate angehalten; im Anfange traten die Erschütterungen fast jede Stunde ein, erst gegen Ende desselben machten sie Pausen von Wochen und Monaten.

Das schon öfter erwähnte Erdbeben im Mississippithale dauerte sogar 2 Jahre; auch hier machten sich an einigen Punkten fast von Stunde zu Stunde wiederkehrende Stöße bemerklich. Noch furchtbarer war die ungemein

lange Beunruhigung der Erde bei dem Kalabrischen Erdbeben vom Jahre 1783, die erst nach 4 Jahren ein Ende fand. Anfangs kehrten auch hier die Erschütterungen täglich wieder, so daß im Jahre 1783 selbst zu Monteleone in Kalabrien nicht weniger als 949 Stöße verspürt wurden, von denen 98 sehr heftig waren.

Regelmäßige Wiederkehr der Erdbeben.

In einigen Gegenden, welche schon öfter von Erdbeben betroffen wurden, hat sich die Meinung im Volke festgesetzt, daß die Wiederkehr dieser Naturerscheinung eine regelmäßig nach bestimmten Zwischenräumen eintretende sei. So ist in Kanada der Glaube verbreitet, daß alle 25 Jahre ein starkes Erdbeben von 40tägiger Dauer kommen müsse. In Chili erwartet man sie dagegen schon alle 23 Jahre. Dem letzteren Glauben liegt die eine Thatsache zu Grunde, daß die Stadt Copiapo daselbst dreimal nach solchen 23jährigen Ruhezeiten von Erdbeben verheert wurde, nehmlich 1773, 1796 und 1819. Doch waren dies nicht die einzigen Erdbeben, unter welchen sie litt, und es mag ähnlich wie bei den Wetterprophezeiungen durch Zufall ein oder das andere Mal das Vorhergesagte eingetroffen sein, man verschweigt dann die Ausnahmen und stellt gerne eine Regel als fest hin, wenn auch die ersteren viel häufiger sind, als die Beispiele, welche für die letztere sprechen. Ein irgendwie haltbarer Grund für eine Regelmäßigkeit der Wiederkehr läßt sich auch durchaus nicht auffinden. Schon die außerordentlich große Verschiedenheit der

Häufigkeit

der Erdbeben in den verschiedenen, Erschütterungen öfter ausgesetzten Gegenden läßt uns erkennen, daß hier von einer Regelmäßigkeit nicht die Rede sein könne. Wenn wir von der Zahl der Erdbeben an einer Stelle reden wollen, so müssen wir sogleich aussprechen, daß es schon aus dem Grunde unmöglich ist, sichere Zahlen anzugeben, weil wir in vielen Fällen ganz unsicher darüber sind, was wir als ein Erdbeben ansehen dürfen und was nicht. Wir haben eben von der Dauer der Erdbeben gesprochen und solche angeführt, die Wochen, Monate, Jahre gedauert haben. Wir können nun allerdings für solche Gegenden, in denen Erdbeben seltener sind, mit einigem Rechte annehmen, daß wenn dieselben von zahlreichen Erdstößen heimgesucht werden, die anfangs nach sehr kurzen, allmählich nach längeren Pausen wiederkehren, alle diese zu einem Erdbeben zusammengefaßt werden dürfen; aber wie verhält es sich mit solchen Gegenden, wo Erdstöße sehr oft mit sehr unregelmäßigen Pausen wiederkehren? Hier kann der eine Naturforscher eine Zahl von Erschütterungen zu einem Erdbeben zusammenfassen, während der andere vielleicht zwei oder drei Erdbeben daraus macht. Man sieht eben, daß hierbei die Vorstellung, welche man sich von der Ursache der Erdbeben macht, eine sehr wichtige Rolle spielt. Wir haben nur von wenigen Gegenden, in denen Erdbeben häufiger sind, genaue Verzeichnisse über dieselben. Aber aus allen Nachrichten, die wir darüber besitzen, zeigt sich, daß sie viel häufigere Erscheinungen sind, als man gewöhnlich annimmt. Nach A. v. Humboldt dürfte wohl keine Stunde ohne ein Erdbeben einer Stelle der Erde

vorübergehen, und je näher wir mit allen Vorgängen auf unserem Planeten bekannt werden, desto mehr zeigt sich die Richtigkeit dieses Ausspruches. Es sind gerade in den letzten Decennien genauere Nachforschungen über die Zahl der Erdbeben in Europa und Asien angestellt worden, namentlich hat sich Perrey in Dijon mit außerordentlichem Fleiße diesen Untersuchungen gewidmet und für ein kleineres Gebiet, die Schweiz, hat Volger ebenso mit großer Sorgfalt bis in das 9. Jahrhundert zurück die Nachrichten gesammelt, welche über Erdbeben zu finden waren. Es bedarf wohl kaum der Erwähnung, daß aus den früheren Jahrhunderten wir nur sehr spärliche Kunde von derartigen Ereignissen besitzen und daß uns aus diesen nur die heftigsten Erderschütterungen überliefert worden sind, die bei Weitem größte Zahl aber der schwächeren Erdbeben uns unbekannt sein muß. Nichtsdestoweniger hat Volger doch ca. 1400 Erdbeben für die Schweiz verzeichnet gefunden, 500 schon in diesem Jahrhundert bis 1854, 458 im siebzehnten, 177 im sechszehnten Jahrhundert. Er führt 29 verschiedene Stoßgebiete der Schweiz oder der unmittelbar angrenzenden Länder auf, in denen die Erdbeben ziemlich häufig auftreten.

Aus den Zusammenstellungen Perrey's ergibt sich, daß vom Jahre 1801—1843 in Europa und den unmittelbar dabei liegenden Theilen Asiens und Afrika's 914 Erdbeben sich aufgezeichnet finden. Für den nördlich von den Alpen gelegenen Theil Europa's hat v. Hoff für den zehnjährigen Zeitraum von 1821—1830 115 Erdbeben gefunden.

Noch häufiger scheinen dieselben in Süd-Amerika auf-

zutreten, wie aus den wenigen Angaben hervorgehen dürfte, die wir darüber haben. So berichtet Castelnau, der Führer der großen französischen Expedition durch Süd-Amerika, daß vom Jahre 1811—1844 in Arequipa, westlich vom Titicacasee, allein nicht weniger als 928 Erdbeben verspürt wurden, 50 im Jahre 1813.

Vertheilung auf die verschiedenen Jahreszeiten.

Man hat aus der großen Anzahl von Erdbeben, über die wir genauere Angaben besitzen, auch die Frage zu beantworten gesucht, ob dieselben an gewisse Jahreszeiten gebunden sich zeigten oder ob sie wenigstens häufiger in der einen, als in der andern aufträten.

In der That ergibt sich auch aus den vorliegenden Nachrichten, daß eine derartige Ungleichheit der Jahreszeiten hinsichtlich des Eintretens der Erdbeben stattfinde. Sie treten in den meisten Gegenden am häufigsten im Herbst- und Winterhalbjahre (September bis Februar) ein, geringer ist die Zahl im Frühling- und Sommerhalbjahre (März bis August). Ordnen wir sie nach den meteorologischen Jahreszeiten, mit dem März beginnend, so finden wir nach Perrey's Zusammenstellung folgende Resultate. Von den 728 Erdbeben, welche vom 4. bis 18. Jahrhundert mit genauerer Zeitangabe von ihm aufgeführt werden, findet sich die Vertheilung also: Es treffen auf den Frühling 182, auf den Sommer 150, auf den Herbst 172 und auf den Winter 238 Erdbeben. Von den von Volger aufgeführten Erdbeben fallen nach seinen Angaben auf den Frühling 315, auf den Sommer 141, auf den Herbst 313, auf den Winter 461.

Wir theilen hier noch einige Zusammenstellungen der Art von Perrey übersichtlich mit. Nach ihm vertheilten sich für die verschiedenen Erschütterungsgebiete die Erdbeben auf die Jahreszeiten also:

	Frühling	Sommer	Herbst	Winter	Summa
Süd-Europa 1801—1846	206	207	224	277	926
Frankreich	150	123	158	227	656
Skandinavien	50	40	54	70	214
Rhonegebiet	37	29	46	70	184
Rheinbecken	117	95	130	187	529
Savoyen	262	226	219	277	984
	822	720	831	1108	3493

Bei der großen Anzahl von Beobachtungen ist kaum daran zu denken, daß hier ein Zufall walten könne, wiewohl andererseits die Zusammenfassung der Erdbeben nach Monaten und einzelnen Localitäten doch ein etwas anderes Bild liefert und auch in dieser Beziehung die Frage, was ein Erdbeben sei, welche Stöße zu einem zusammenzufassen seien, von der größten Wichtigkeit ist. Die Regelmäßigkeit des Eintreffens von Maximum und Minimum schwankt auch, wenn man Perrey's Angaben durchgeht, sehr in verschiedenen Jahrhunderten für denselben Ort, und wenn man alle Localitäten zusammenrechnet, so wird die Zahl für die verschiedenen Jahreszeiten ziemlich gleich, da in manchen Gegenden die Maxima auf den Sommer oder Herbst fallen, z. B. auf den Antillen und in den Pyrenäen. In Italien fielen von den 463 Erdbeben des 19. Jahrhunderts (bis 1843) 233 auf Frühling und Sommer, 230 auf Herbst und Winter, von den 389 des

18. Jahrhunderts 190 auf Frühling und Sommer, 199 auf Herbst und Winter. Betrachtet man das Eintreffen nach den Monaten, so zeigt sich hier für verschiedene Localitäten ein sehr verschiedenes Verhalten, wie aus den folgenden Zusammenstellungen nach Perrey hervorgeht, in denen die des 18. und 19. Jahrhunderts theilweise getrennt aufgeführt sind:

	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	Summa
1. Antillen 18. Säc.	6	4	1	3	1	3	5	5	8	11	3	3	59
2. " 19. "	9	6	11	9	9	8	7	13	12	10	13	9	121
3. Italien u. 18. "	43	35	33	28	30	48	21	30	20	45	28	28	406
4. Savoyen 19. "	44	58	47	37	40	30	39	40	25	45	21	37	465
5. Frankr. u. 18. "	26	20	17	26	11	18	17	15	13	18	23	28	237
6. Belgien 19. "	27	17	21	13	13	8	15	17	15	17	21	25	211
7. Skandinavien	33	20	21	13	16	10	17	13	18	17	19	17	214
8. Rhonegebiet	26	20	16	10	11	11	9	9	17	15	14	24	184
9. Rheingebiet	62	54	44	37	36	30	35	30	36	36	58	71	529
													2424

Sehen wir diese Zahlen näher an, so ergibt sich eben eine ziemliche Unregelmäßigkeit. Es fallen nehmlich in diesen neun Reihen die Maxima und Minima auf folgende Monate:

	Maximum	Minimum
1.	October	März und Mai
2.	August und November	Juli
3.	Juni	September
4.	Februar	November
5.	December	Mai

Maximum	Minimum
6. Januar	Juni
7. Januar	Juni
8. Januar	Juli und August
9. December	Juni und August.

Noch größere Unregelmäßigkeiten kommen in einzelnen kleineren Stoßgebieten vor. So zeigen sich an den gesonderten Stoßgebieten der Schweiz nach Volger folgende Vertheilungen:

	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	Summa
Mittelwallis	32	16	4	0	0	0	1	0	1	6	5	24	89
Unterwallis	2	4	10	3	2	3	0	3	8	7	1	6	49
Vierwaldstätter Geb.	2	52	3	17	3	4	0	6	29	2	0	2	120
Glarus	9	10	10	7	5	2	0	5	24	10	11	12	124
Sax-Werdenberg . . .	44	11	9	1	1	1	1	0	0	0	1	20	89
Leimen und Birsthal	12	11	10	1	9	3	6	4	5	13	14	11	100
Summa	101	104	46	29	20	13	8	18	67	38	32	75	571

Die Maxima der einzelnen Gebiete vertheilen sich hier auf die Monate Januar, Februar, März, September und November, die Minima auf April, Mai, Juni, Juli, August, September und October. Alle zusammengerechnet, fällt das Maximum auf den Februar, das Minimum auf den Juli.

Man sieht daraus, daß einzelne Localitäten ihre Besonderheiten hinsichtlich des Auftretens der Erdbeben besitzen. Wir enthalten uns vorläufig aller Schlüsse aus den

angeführten Thatsachen, die ebenfalls zweckmäßiger bei der Erörterung der Ursachen der Erdbeben in Erwägung gezogen werden.

Viertes Kapitel.

Die Wirkungen der Erdbeben.

Wir haben schon in den vorhergehenden Kapiteln hie und da Gelegenheit gehabt, die Wirkungen der Erdbeben bei Betrachtung der verschiedenen Arten der Bewegungen und der verschiedenen Dauer derselben zu besprechen. Am meisten erregen die Aufmerksamkeit diejenigen, welche sich als zerstörende an volkreichen Städten zeigen, während außerdem wenig von ihnen gesprochen wird. Sie gehören in dieser Beziehung aber auch zu dem Furchtbarsten, was die Menschen betreffen kann, und kein Naturereigniß, keine Seuche hat so entsetzliche Folgen in der kürzesten Zeit und ohne alle Vorboten im Gefolge, als stärkere Erdbeben. Die großen Erschütterungen, welche in Süd-Amerika, Portugal und Kalabrien auftraten, haben in wenig Secunden viele Tausende ums Leben gebracht und volkreiche Städte zu einem ungeheueren Trümmerhaufen gemacht, in dem man nicht einmal die Lage der einzelnen Gebäude mehr bestimmen konnte.

Statt systematischer Aneinanderreihung einzelner Beispiele für verschiedene Arten und Grade solcher Verheerungen wollen wir auch hier lieber die Original-Berichte von Augenzeugen, welche einige der heftigsten Erdbeben uns

geschildert, folgen lassen. Spiegelt sich doch in ihnen besser als in jeder nachträglichen zusammengetragenen Schilderung der Eindruck, den es auf den Menschen macht, wie auch der Einfluß der Zeiten auf die Anschauung und Auffassung solcher Schrecknisse der Natur.

Wir beginnen mit den Nachrichten über eines der größten Erdbeben, das in historischer Zeit die Erde heimgesucht, nehmlich das, welches am 1. November 1755 Lissabon zum Mittelpunkt seiner verheerenden Wirkungen hatte. Wir haben darüber eine Reihe von Briefen, welche in den Verhandlungen der Akademie der Wissenschaften zu London von demselben Jahre aufbewahrt sind. Ein englischer Wundarzt, Wolfall, berichtet, mit Hinweglassung der Einleitung des Briefes, also:

„Wenn Sie andere Korrespondenten hier haben, werden Ihnen diese ohne Zweifel einen befriedigenderen Bericht von dem schrecklichen Erdbeben geben, als ich es mir einbilde, thun zu können; wenn Sie diese aber nicht haben, so wird ein Bericht, so wie ihn die Aufregung meines Gemüths zu geben vermag, ohne Zweifel angenehmer sein, als die unsicheren Berichte, welche Sie in den Zeitungen finden werden. Alles, was ich gegenwärtig erstreben kann, ist, Ihnen eine runde, ungeschminkte Erzählung zu geben, und das will ich thun mit aller denkbaren Wahrheit und Offenheit.

Vielleicht dürfte es nöthig sein vorauszuschicken, daß wir seit dem Anfange des Jahres 1750 viel weniger Regen hatten, als je seit Menschengedenken bekannt ist, mit Ausnahme des letzten Frühjahrs, das eine große Fülle von Regen gab. Der Sommer war kühler als gewöhnlich, die

letzten 40 Tage war schönes, klares Wetter, was nichts Bemerkenswerthes ist. An dem ersten dieses Monats, etwa 40 Minuten nach 9 Uhr Vormittags, fühlte man einen sehr heftigen Erdbebenstoß; er schien den zehnten Theil einer Minute zu dauern, und sofort stürzte jede Kirche, jedes Kloster in der Stadt ein, ebenso des Königs Palast, das prächtige Opernhaus, kurz, es war in der ganzen Stadt kein einziges großes Gebäude, das dem Einsturze entging. Von den Wohnhäusern mag etwa ein Viertel gefallen sein, die nach einem sehr mäßigen Anschlage den Verlust von 30,000 Menschenleben verursachten. Das Entsetzen des Anblicks der todten Körper zusammen mit dem Rufen und Geschrei derer, welche unter den Trümmern halb begraben waren, kann nur der kennen, der Augenzeuge davon war. Es übersteigt weit alle Schilderung, denn die Angst und Verwirrung war so groß, daß selbst die Entschlossensten nicht einen Augenblick stehen zu bleiben wagten, um wenige Steine wegzuwälzen von ihren liebsten Freunden, obwohl vielleicht Mancher gerettet worden, wenn es geschehen wäre; aber an nichts wurde gedacht, als an Selbsterhaltung; auf offene Plätze und in die Mitte der Straßen zu gehen, brachte am ersten Sicherheit. Diejenigen, welche in den oberen Stöcken der Häuser sich befanden, waren im Allgemeinen glücklicher, als die, welche durch die Hausthüre zu entfliehen versuchten; denn diese wurden mit dem größten Theile der Fußgänger unter den Ruinen begraben. Diejenigen, welche in Wägen waren, entkamen am besten, wenn auch ihre Thiere und deren Treiber ernstlich beschädigt wurden; aber die Zahl derer, welche in Häusern und in den Straßen

umkamen, ist viel geringer, als die derjenigen, welche unter den Trümmern der Kirchen begraben wurden. Denn da es eben ein großer Festtag war und die Zeit des Hochamtes, waren alle Kirchen der Stadt vollgefüllt, und die Zahl der Kirchen hier ist größer, denn die von London und Westminster, und da die Thürme hier hochgebaut waren, fielen sie meistens mit dem Kirchendache ein, und die Steine sind so groß, daß wenige davon kamen.

Hätte der Schaden damit sein Ende genommen, es hätte bis zu einem gewissen Grade wieder gut gemacht werden können; denn obwohl Leben nicht wieder gebracht werden können, so hätten doch die ungeheueren Schätze, die unter den Ruinen lagen, theilweise wieder ausgegraben werden können; aber die Hoffnungen darauf sind größtentheils verschwunden, denn zwei Stunden nach dem Stoße brach an drei verschiedenen Stellen der Stadt Feuer aus, das dadurch entstand, daß Herdfeuer und Meubles alles übereinander gestürzt wurde. Um dieselbe Zeit erhob sich der Wind, der bis dahin sich vollkommen gelegt hatte, ziemlich lebhaft und fachte das Feuer zu solcher Wuth an, daß am Ende des dritten Tages die ganze Stadt in Asche lag.

Es schien in der That, als hätten sich alle Elemente zu unserem Untergange verschworen; denn bald nach dem Stoß, der nahe zur Zeit der Fluthhöhe eintrat, erhob sich plötzlich das Wasser 40 Fuß höher, als es je beobachtet wurde, und fiel dann eben so plötzlich. Wäre das letztere nicht der Fall gewesen, würde die ganze Stadt unter Wasser gesetzt worden sein. Sobald wir Zeit uns zu sammeln fanden, zeigte sich unseren Vorstellungen nichts als Tod.

Denn erstens lag die schreckliche Vermuthung nahe, daß bei der allgemeinen Verwirrung die große Zahl der Leichen bei dem Mangel von Menschen, dieselben zu begraben, eine Pestilenz erzeugen würde, doch verzehrte sie das Feuer und kam diesem Uebel zuvor.

Zweitens: Die Furcht vor einer Hungersnoth war sehr groß; denn Lissabon ist das Kornhaus für das ganze Land auf 50 Meilen in der Runde; indessen waren glücklicher Weise einige der Vorrathshäuser erhalten, und obwohl die drei dem Erdbeben folgenden Tage eine Unze Brod ein Pfund Gold werth war, so wurde doch nachher Brod wieder ziemlich reichlich und wir wurden alle glücklich aus unserer Hungersnoth errettet.

Der dritte große Schrecken war, daß der niedrige, verworfene Theil des Volkes aus der Verwirrung Gewinn zu ziehen suchen und die Wenigen morden und berauben würde, welche etwas gerettet hatten. Dies trat auch wirklich zum Theil ein, worauf der König sofort Befehl gab, rings um die Stadt Galgen zu errichten, und nachdem gegen hundert Hinrichtungen vorgenommen waren, worunter auch die einiger englischen Matrosen, war diesem Uebel Einhalt gethan.

Wir sind noch immer in einem Zustande der größten Unsicherheit und Verwirrung, denn im Ganzen hatten wir seit der ersten Erschütterung noch 22 Stöße, aber keinen so heftig, daß er Häuser in den Resten der Stadt eingestürzt hätte, welche dem ersten widerstanden; aber Niemand wagt es, noch in den Häusern sich aufzuhalten, und obwohl wir im Allgemeinen im Freien leben, da wir nicht die nöthigen Stoffe haben, um uns Zelte zu machen, und

Regen verschiedene Nächte fiel, so bemerkte ich doch, daß die zartesten und schwächsten Leute diese Beschwerden mit eben so wenig Nachtheil aushalten, als die stärksten und gesündesten. Alles ist noch mit uns in der denkbar größten Verwirrung, wir haben weder Kleider, noch irgend eine Bequemlichkeit, auch nicht Geld, um uns solche aus andern Gegenden kommen zu lassen. Ganz Europa ist stark betheiligt bei dem großen Verluste an ungeheueren Geldmassen und Waaren, aber kein Volk so viel, als das unsrige, das Alles verloren hat, was es hier hatte. Wenig Engländer verloren ihr Leben im Vergleich mit andern Nationen, aber eine große Anzahl ist verwundet; und was das Unglück erhöht, ist der Umstand, daß wir wohl drei englische Aerzte sind, aber weder Instrumente, noch Bandagen, noch Kleidungsstücke haben, ihnen zu helfen. Zwei Tage nach dem ersten Stoße wurde Befehl gegeben, den Verschütteten nachzugraben, und eine große Menge wurden herausgezogen und erholten sich wieder. Einige Fälle von solchen Errettungen, die ich Ihnen berichten könnte, sind ganz erstaunlich; es ist jedoch zum Verwundern, daß wir nicht Alle verloren sind. Ich wohnte in einem Hause, in dem 38 Insassen waren und nur 4 gerettet wurden. Im städtischen Gefängnisse gingen 800 zu Grunde, 1200 im allgemeinen Krankenhause, eine große Anzahl von Klöstern mit je 400 Bewohnern gingen eben so zu Grunde, der spanische Gesandte mit 35 Dienern. Es würde zu ermüdend sein, in Einzelheiten einzugehen; denn ich erhielt dieses Papier durch einen bloßen Zufall und schreibe dies auf einer Gartenmauer. Wenn Sie den Inhalt desselben Ihrer Akademie mittheilen wollen, so bitte ich Sie, ihn

gefälligst vorher in eine etwas andere Form zu bringen. Glücklicherweise traf es sich, daß der König und die königliche Familie in Belem waren, einem Palaste, ungefähr eine Meile von der Stadt. Der Palast in der Stadt stürzte beim ersten Stoße ein, die Bürger hier bestehen jedoch darauf, daß die Inquisition das erste Gebäude gewesen sei, welches einfiel. Die Erschütterung wurde über das ganze Königreich gefühlt, jedoch auf der Seite dem Meere zu stärker. Faro, St. Ubals und einige der großen Handelsstädte sind womöglich in noch schlimmerer Lage, als wir, obwohl die Stadt Porto ganz unversehrt blieb.

Es ist möglich, daß die Ursache von diesem Unfall aus der Tiefe unter dem westlichen Ocean kam, denn ich hatte eben ein Gespräch mit einem Schiffscapitän, der ein sehr verständiger Mann zu sein scheint, und mir erzählte, daß er 50 Meilen von hier in der See gewesen sei und daß die Erschütterung dort so heftig gewesen sei, daß sie das Verdeck seines Schiffes stark beschädigte. Es kam ihm bei diesem Ereignisse der Gedanke, daß er einen Fehler bei seiner Ortsberechnung gemacht habe und auf einen Felsen gestoßen sei. Sie setzten sofort ihr Langboot aus, um sich zu retten, brachten aber dann ihr Schiff, obwohl sehr beschädigt, glücklich in den Hafen.

Gibt es noch fernere Umstände, hinsichtlich derer ich Ihre Wißbegierde befriedigen kann, so will ich sehr gern versuchen, dies zu thun ꝛc."

Es sind diesem Briefe noch eine große Reihe anderer beigefügt, welche theils aus der Nachbarschaft von Lissabon, theils aus entfernteren Gegenden datirt sind, so von Oporto, Cadix, Gibraltar, Madrid, Neufchatel, Madeira, welche

alle die ungemein große Ausdehnung dieses Erdbebens constatiren und andere merkwürdige Erscheinungen, namentlich höchst gewaltige Bewegungen des Meeres erwähnen, auf die wir später noch zurückkommen werden.

An zerstörenden Wirkungen dem Lissaboner Erdbeben nicht nachstehend und merkwürdig durch seine ungewöhnlich lange Dauer war dasjenige, welches im Jahre 1783 Unter-Italien, vorzugsweise Kalabrien heimsuchte. Wir haben über dasselbe einen sehr genauen, auf eigener Beobachtung beruhenden Bericht des englischen Gesandten in Neapel, Hamilton, welcher mit unermüdlicher Ausdauer die vulkanischen Erscheinungen Italiens zum Gegenstande langjähriger Untersuchungen machte. Wir geben auch diesen, wie er in einem Schreiben vom 23. Mai 1783 an die Royal Society von London, gerichtet an Sir J. Banks, enthalten ist.

„Ich bin glücklich, jetzt in der Lage zu sein, Ihnen und meinen Brüdern von der Royal Society eine kleine Vorstellung von dem ungeheueren Schaden und den mancherlei Erscheinungen der Erderschütterungen zu geben, welche am 5. Februar begannen und noch deutlich, wenn auch weniger heftig bis zu diesem Tage gefühlt werden in beiden Kalabrien, zu Messina und in den Theilen von Sicilien, welche dem Festlande am nächsten liegen. Aus den zuverlässigsten Erzählungen und den amtlichen Berichten, welche ich von dem Staats-Secretär Ihrer Sicilianischen Majestät erhielt; ermittelte ich im Allgemeinen Folgendes: Der Theil von Kalabrien, welcher am stärksten von diesem schweren Unglücke betroffen wurde, ist der zwischen dem 38. und 39. Grad gelegene. Die größte Ge-

walt schien das Erdbeben von dem Fuße der Berge der Apenninen ausgeübt zu haben, welche als Monte Deio, Monte Sacro und Monte Caulone bezeichnet werden, und sich westwärts gegen das tyrrhenische Meer erstreckt zu haben. Die Städte, Dörfer und Höfe, welche diesen Bergen am nächsten lagen, sie mochten nun auf Hügeln oder in der Ebene stehen, wurden vollständig eingestürzt schon durch den ersten Stoß am Nachmittag des 5. Februar. Hier gingen auch die meisten Menschen zu Grunde. In dem Verhältnisse, als die Städte und Dörfer diesem Centrum entfernter lagen, war auch der Schaden geringer, der sie betraf. Aber eben diese entfernteren Orte wurden stark beschädigt durch die folgenden Stöße, besonders durch die am 26. und 28. Februar und am 1. März. Von dem ersten Stoße am 5. Februar an war die Erde in einem beständigen Zittern, mehr oder weniger stark. Die Stöße wurden zeitweise lebhafter in einigen Theilen der betroffenen Provinzen empfunden, als in andern. Die Bewegung der Erde war verschieden und nach der Bezeichnung der Italiener vorticoso, orizontale und oscilattorio, entweder wirbelnd, wie ein horizontaler Strudel, oder wie pulsirend und schlagend von unten nach oben. Die Abwechslung dieser Bewegungen vermehrte die Besorgnisse der unglücklichen Bewohner dieser Gegenden, die jeden Augenblick erwarteten, daß sich die Erde unter ihren Füßen öffnen und sie verschlingen würde. Dazu kamen anhaltende heftige Regengüsse, häufig begleitet von Blitzen und unregelmäßigen, wüthenden Windstößen. Durch alle diese Ursachen ist die Gestalt der Erde in diesem Theile von Kalabrien stark verändert, namentlich auf der Westseite

der eben genannten Berge. Es bildeten sich große Oeffnungen und Risse, mehrere Höhen wurden erniedrigt, andere ganz eingeebnet, in den Ebenen entstanden tiefe Spalten, durch welche manche Straßen ganz unwegsam wurden. Hohe Berge wurden auseinander gerissen und Theile davon eine große Strecke fortgeschleudert. Tiefe Thäler wurden von den Bergen, welche sie bildeten, ganz ausgefüllt, indem sie durch die Gewalt des Erdbebens losgerissen und mit einander verbunden wurden. Der Lauf mehrerer Flüsse wurde verändert, Quellen entstanden an Orten, die vorher vollkommen trocken waren, dagegen verschwanden an anderen Stellen solche, die dort beständig flossen, vollständig. Bei Laureana in Calabria Ultra wurde die eigenthümliche Erscheinung erzeugt, daß zwei ganze Pachtungen mit großen Oliven und Maulbeerbäumen, welche in einem vollkommen ebenen Thale lagen, durch das Erdbeben losgerissen und, ohne daß die Bäume ihre Stelle veränderten, auf eine Entfernung von einer Meile von ihrem früheren Platze versetzt wurden, und daß aus der Stelle, an welcher sie früher standen, heißes Wasser bis zu einer beträchtlichen Höhe emporsprang, gemischt mit einem rostigen Sande; daß auch nahe dieser Stelle einige Landleute und Schäfer mit ihren Ochsengespannen und Schaf- und Ziegenheerden verschlungen wurden.

Kurz von Amantea am tyrrhenischen Meere in Calabria Citra an entlang der Westküste bis Cap Spartivento in Calabria Ultra und dann an der Ostküste aufwärts bis zu Cap Alice ist keine Stadt oder Dorf weder an der Küste, noch im Innern, die nicht entweder vollständig verwüstet

oder mehr oder weniger beschädigt wäre, im Ganzen an 400, wie sie es hier nennen, Paeses (ein Ort über 100 Einwohner).

Die größte Sterblichkeit fällt auf die Städte und Orte, welche in der Ebene an der Westseite der Berge Dejo, Sacro und Caulone liegen. In Casal-Nuovo verloren die Prinzessin Gerace und gegen 4000 der Einwohner ihr Leben; in Bagnara beträgt die Zahl der Todten 3017, Radicina und Palmi rechnen ihren Verlust auf 3000 jedes, Terra-Nuova auf 1400, Senninari noch mehr. Die ganze Zahl der Umgekommenen in Kalabrien und Sicilien durch das Erdbeben allein ist nach den beim Staats-Secretär in Neapel eingangenen Berichten 32,367; ich habe jedoch guten Grund zu glauben, daß, die Fremden mitgerechnet, die Zahl der ums Leben Gekommenen beträchtlich größer gewesen sein muß; 40,000 muß man wenigstens und ohne alle Uebertreibung zugeben.

Von derselben Behörde hörte ich, daß die Einwohner von Scilla nach dem ersten Stoß am 3. Februar aus ihren Häusern auf die Klippen geflohen waren und, dem Beispiele ihres Prinzen folgend, an der Küste Schutz suchten, daß aber zur Nachtzeit derselbe Stoß, welcher am Anfange der Meerenge von Messina das Meer so gewaltig erhoben und beunruhigt und so viel Schaden angerichtet hatte, hier mit noch größerer Heftigkeit gewirkt hatte; die Woge, von der man sagte, daß sie kochend heiß gewesen und, zu gewaltiger Höhe sich erhebend, viele Menschen verbrüht habe, stürzte wüthend 3 Meilen weit in das Land und riß bei ihrem Rückzuge 2473 Einwohner von Scilla mit dem

Prinzen an ihrer Spitze mit sich fort, die eben zu dieser Zeit entweder am Strande oder in Booten nahe am Ufer sich befanden. Durchgängig beobachtete man, daß das Erdbeben seine größte Heftigkeit auf der Westseite der Apenninen, namentlich des berühmten Sila der alten Brutier hatte, und daß alle Landschaften östlich des Sila die Erdbebenstöße wohl fühlten, aber ohne einigen Schaden davon zu erleiden. —

In den letzten Berichten von dem am meisten heimgesuchten Theile Kalabriens werden zwei eigenthümliche Erscheinungen erwähnt. Ungefähr 3 Meilen von der verwüsteten Stadt Oppido befand sich ein Hügel (sein Boden ist ein sandiger Thon) ungefähr 500 Palms*) hoch und 1300 im Umfange an seiner Basis. Es wird gesagt, daß dieser Hügel durch den Stoß vom 5. Februar auf eine Entfernung von ungefähr 4 Meilen von der Stelle der Ebene Campo di Bassano, wo er vorher stand, gesprungen sei. Zu derselben Zeit spaltete sich der Hügel, auf welcher die Stadt Oppido stand, der eine Ausdehnung von 3 Meilen hat, in zwei Theile, und da er zwischen zwei Flüssen lag, füllten seine Trümmer das Thal aus und hemmten den Lauf der Flüsse; zwei große Seen bildeten sich und nehmen täglich an Größe zu. Von Sicilien lauteten die schlimmsten Berichte dahin, daß der größte Theil der prächtigen Stadt Messina durch den Stoß am 5. Februar und Theile des Restes durch die später folgenden zerstört sei, daß der Quai am Hafen beträchtlich gesunken und an einigen Stellen $1^1/_2$ Palm unter Wasser sei, kurz, daß

*) Eine Palm hat 26,3 Centimeter oder nahezu $^9/_{10}$ rhein. Fuß.

Messina nicht mehr sei und daß dieselbe heiße Woge, welche so viel Unheil in Scilla angerichtet habe, an der Spitze der Meerenge über das Land gegangen und etwa 24 Menschen mit hinweggenommen habe.

Das, mein Herr, war die Kunde, die ich Ende des letzten Monats besaß; da ich aber besonders begierig bin, wie Sie wissen, auf vulkanische Erscheinungen, und überzeugt war, daß einige große chemische Vorgänge von der Natur der vulkanischen die wirkliche Ursache dieser Erdbeben war, faßte ich den Entschluß, etwa 20 Tage (mehr konnte ich nicht) zu verwenden und die Reise nach solchen Theilen von Kalabrien in Sicilien zu machen, welche am meisten von den Erdbeben heimgesucht wurden, und mit eigenen Augen die oben bezeichneten Erscheinungen zu untersuchen, in der Absicht, manche Punkte aufzuklären und zur Wahrheit zu kommen, was, wie Sie wohl wissen, außerordentlich schwer ist. Ich steuerte auf Pizzo in Calabria Ultra los, wo ich am Abend des 6. Mai landete. (Wir übergehen hier die Beschreibung des ersten Theiles der Reise über das vollständig zerstörte Rosarno, in dessen Nähe die beiden Pachthöfe standen, welche von ihrer Stelle gerückt wurden. Die Thatsache, die nicht zu bezweifeln ist, glaubt Hamilton durch die Annahme erklären zu können, daß sie unterwaschen, auf einer schlammigen, thonigen Masse fortgeschwemmt worden seien, und fährt dann fort):

Von hier ging ich durch dasselbe herrliche Land nach Polistene. Durch ein so reiches Land zu ziehen und nicht ein einziges Haus mehr stehen zu sehen, ist in der That äußerst melancholisch; wo ein Haus stand, sieht man jetzt einen Trümmerhaufen und eine elende Baracke mit zwei

oder drei unglücklichen, traurigen Gestalten in der Thür sitzend, hier und da einen verstümmelten Mann oder Frau oder Kind auf Krücken sich hinschleppend. Statt einer Stadt sieht man ein wirres Durcheinander von Trümmern und rings um dieselben eine Anzahl elender Hütten oder Baracken mit einer etwas größeren, die als Kirche dient, die Glocken an einer Art von niederm Galgen hängend; jeder Bewohner mit kummervoller Miene und Zeichen der Trauer um verlorene Angehörige.

Vier Tage reiste ich in dieser Ebene in der Mitte von Jammerscenen, die sich nicht beschreiben lassen. Die Gewalt des Erdbebens war hier so groß, daß alle Einwohner der Städte entweder todt oder lebendig mit einem Male von ihren einstürzenden Häusern begraben waren. Polistene war eine große, aber zwischen zwei Flüssen übel gelegene und Ueberschwemmungen ausgesetzte Stadt. 2100 Bewohner von 6000 verloren ihr Leben an dem unglückseligen 5. Februar. Der Marquis St. Giorgio, der Herr dieses Landes, den ich hier traf, war eifrig beschäftigt, seinen Untergebenen beizustehen. Er hatte die Straßen der zerstörten Stadt vom Schutt reinigen lassen und hatte für die Ueberlebenden Baracken auf einem gesunden Orte in der Nähe der Stadt errichtet. Ebenso hatte er dergleichen größere für Seidenraupen aufgeführt, die ich in denselben eben bei ihrer Arbeit traf. Die Thätigkeit und Freigebigkeit dieses Prinzen ist höchst lobenswerth und, so weit ich bisher hier gesehen habe, unübertroffen. Ich bemerkte, daß die Stadt St. Giorgio auf einem Hügel 2 Meilen von Polistene, obwohl unbewohnbar gemacht, keineswegs so vollständig eingestürzt war, wie die Städte der Ebene. In

Polistene war ein Nonnenkloster; da ich begierig war, die Nonnen zu sehen, welche entkommen waren, bat ich den Marquis, mir ihre Baracken zu zeigen; aber wie es scheint, wurde nur eine von den 23 lebendig aus ihrer Zelle gezogen, und sie war 48 Jahre alt.

Nachdem ich mit dem Marquis in seiner niedrigen Baracke neben den Ruinen seines prachtvollen Palastes gespeist hatte, ging ich durch einen schönen Olivenwald und einen anderen von Wallnußbäumen nach Casal-Nuovo; hier zeigte man mir die Stelle, an welcher das Haus meiner unglücklichen Freundin, der Prinzessin Gerace Grimaldi, gestanden war, die mit mehr als 4000 ihrer Unterthanen ihr Leben durch die urplötzliche Explosion (denn eine solche scheint es gewesen zu sein) am 5. Februar verlor, welche die Stadt in Atome verwandelte. Einige, die noch lebendig ausgegraben wurden, sagten mir, sie hätten, ohne vorher auch nur das Geringste bemerkt zu haben, gefühlt, wie ihre Häuser ganz aufgehoben wurden. In den anderen Städten stehen doch noch einige Mauern und Theile von Häusern, aber hier kann man Straßen und Häuser nicht unterscheiden, alles liegt da als ein wirrer Trümmerhaufen. Ein Bewohner von Casal-Nuovo erzählte mir, er sei eben auf einem Hügel gewesen, als das Erdbeben begann, und habe die Ebene übersehen. Als er die Erschütterung verspürte, habe er sich nach der Stadt umgewendet, aber statt derselben an der Stelle, wo sie stand, nur eine dicke weiße Staubwolke, wie ein Rauch gesehen, die natürliche Folge des in Folge der einstürzenden Gebäude auffliegenden Staubes.

Von hier ging ich durch Castellace und Milicusco

(beide in demselben Zustande wie Casal-Nuovo) nach Terra-Nuova, in derselben lieblichen Ebene gelegen, zwischen zwei Flüssen, welche mit den Bergströmen im Lauf der Zeiten tiefe und weite Schluchten in den weichen, sandigen Lehmboden geschnitten haben, aus dem die ganze Ebene besteht. Bei Terra-Nuova ist das Thal oder die Schlucht nicht weniger als 500 Fuß tief und 3/4 Meilen breit. Was alle Berichte von den Wirkungen dieses Erdbebens in der Ebene so verwirrt macht, ist der Umstand, daß in denselben die Natur des Bodens und seine Lagerung nicht hinreichend auseinander gesetzt ist. So sagen sie aus, daß eine Stadt eine Meile weit von der Stelle weggeführt worden sei, wo sie stand, ohne ein Wort von einer Schlucht zu erwähnen, daß Wälder und Kornfelder in derselben Weise entfernt worden seien, während in Wahrheit hier bloß in größerem Maaßstabe geschah, was wir täglich in kleinerem sehen, wenn Stücke der Wände eines Hohlweges, wenn sie durch Regen unterwühlt waren, in denselben durch ihre eigene Last hinabrutschen. Hier wurden durch die große Tiefe der Schlucht und die heftige Bewegung der Erde zwei ungeheuere Stücken des Grundes, auf dem ein großer Theil der Stadt stand, aus einigen hundert Häusern bestehend in die Schlucht und beinahe über dieselbe hinüber eine halbe Meile weit geworfen und, was ganz außerordentlich ist, einige der Bewohner dieser Häuser, welche diesen eigenthümlichen Sprung in ihnen mitgemacht hatten, wurden nichtsdestoweniger lebend, einige selbst unbeschädigt, ausgegraben. Ich sprach selbst mit einem, der diese außerordentliche Reise in seinem Hause gemacht hatte zusammt seiner Frau und einer Magd.

Weder er noch seine Magd waren beschädigt, aber er sagte mir, seine Frau sei ein wenig verletzt worden, sei aber jetzt fast ganz wieder hergestellt. Ich fragte ihn zufällig, welche Verletzung seine Frau erlitten habe. Seine Antwort, obwohl ernsthafter Natur, wird nichtsdestoweniger bei Ihnen Lächeln erregen, wie es bei mir der Fall war. Er sagte, sie hätte ihre beiden Beine und einen Arm gebrochen, auch hätte sie ein Loch am Kopfe bekommen, so daß das Gehirn sichtbar war. Es scheint mir, die Kalabreser haben mehr Festigkeit, als die Neapolitaner, in der That scheinen sie auch ihr gegenwärtiges außerordentliches Unglück mit wahrhaft philosophischer Geduld zu ertragen. Von 1600 Bewohnern Terra-Nuova's kamen nur 400 mit dem Leben davon.

Mein hiesiger Führer, Priester und Arzt, wurde durch den ersten Stoß unter den Trümmern seines Hauses verschüttet, und herausgeworfen und befreit durch den folgenden, welcher dem ersten unmittelbar folgte. Es liegen mehrere wohlbeglaubigte Fälle vor, die in gleicher Weise an anderen Orten Kalabriens vorkamen.

An anderen Theilen der Ebene neben der Schlucht nahe bei Terra-Nuova sah ich manchen Morgen Landes mit Bäumen und Kornfeldern, welche in die Schlucht gestürzt waren, oft ohne umgekehrt zu sein, so daß die Bäume und Aehren so gut weiter wuchsen, als wenn sie hier gepflanzt worden wären. Andere ähnliche Stücke lagen auf dem Grunde in geneigter Lage und wieder andere ganz umgewendet. An einer Stelle waren zwei solcher ungeheueren Stücke von beiden Seiten gegen einander gefallen, hatten das Thal ausgefüllt und den Lauf des

Flusses gehemmt, dessen Wasser nun einen großen See bildeten, und dies ist der wahre Sachverhalt dessen, was die Berichte als Berge bezeichnen, die sich fortbewegt, vereinigt, den Flußlauf gehemmt und einen See gebildet hätten. Im Augenblicke des Erdbebens verschwand hier, wie in Rosarno der Fluß, kehrte aber bald wieder, den Grund des Thales 3 Fuß hoch überschwemmend, so daß die armen Leute, die mit ihren Häusern vom Rande der Schlucht herabgestürzt und mit zerbrochenen Beinen davon gekommen waren, nun in Gefahr standen, zu ertrinken. Man versicherte mir, das Wasser sei salzig gewesen, wie das des Meeres, doch scheint dieser Umstand der Bestätigung zu bedürfen. Die ganze Stadt Mollocchi di Sotto bei Terra-Nuova wurde in gleicher Weise in die Schlucht gestürzt, und ein Weingarten von mehreren Morgen bei derselben befindet sich jetzt auf dem Grunde des Thales, wie ich sah, in bester Ordnung, aber in geneigter Lage; ein Fußsteig ging durch diesen Weinberg; es macht einen ganz eigenthümlichen Eindruck, wenn man seine gegenwärtige, ihn ganz unbrauchbar machende Stellung betrachtet.

Einige Wassermühlen, die sich an dem Flusse befanden und zwischen zwei solche losgelöste Stücke Landes, wie ich sie oben beschrieb, eingeklemmt wurden, sieht man jetzt, durch dieselben in die Höhe gehoben, viele Fuß hoch über dem Wasserspiegel. Ohne genaue Untersuchung ist es sehr begreiflich, daß solche Thatsachen wie Wunder erscheinen. Ich beobachtete an verschiedenen Stellen der Ebene, daß der Boden mit hohen Bäumen und Kornähren mehrere Morgen groß und 8 und 10 Fuß unter die Fläche der

Ebene gesunken war, an anderen dagegen, daß er sich um eben so viel gehoben habe. Es ist nöthig, daran zu erinnern, daß der Boden hier aus Thon mit Sand gemischt besteht, der leicht in jede Form gebracht werden kann. In der Ebene, nahe den Stellen, von denen die oben erwähnten Stücke sich in die Schlucht gestürzt hatten, waren mehrere parallele Risse, so daß, wenn die Heftigkeit der Erdbeben fortgedauert hätte, auch diese Stücke gefolgt wären. Ich bemerkte durchgängig auf meiner Reise, daß nahe jeder Schlucht oder jedem Hohlweg die benachbarten Theile des Bodens voll von langen parallelen Rissen waren. Die Erde, die mit Gewalt hin und her schwankt und hier nur auf einer Seite Unterstützung hat, gibt uns den Grund für diese Erscheinung.

Von Terra-Nuova ging ich nach Oppido. Diese Stadt ist auf einem eisenschüssigen Sandsteine gelegen, abweichend von dem Thonboden ihrer Nachbarschaft, und ist umringt von zwei Flüssen in einem Thal, tiefer und breiter als das von Terra-Nuova. Statt daß der Berg, auf dem Oppido stand, in zwei Theile getrennt und durch seinen Sturz auf die Flüsse diese gehemmt und große Seen gebildet hätte, wie man gesagt hatte, waren es hier, wie in Terra-Nuova, große Stücke von dem Rande am Abhange über den Thälern, die herabgestürzt waren und dieselben fast nun ausgefüllt und dadurch Veranlassung zur Bildung zweier Seen gegeben hatten.

Es ist richtig, daß ein Theil des Felsens, auf dem Oppido stand, mit einigen Häusern in das Thal gestürzt wurde, aber das ist eine Kleinigkeit im Vergleich mit den sehr großen Massen Landes mit großen Pflanzungen von

Wein und Oelbäumen, welche von einer Seite des Thales gerade hinüber auf die andere Seite geworfen wurden, obschon die Entfernung mehr als eine halbe Meile beträgt. Es ist wohl verbürgt, daß ein Landmann, der eben in dieser Gegend sein Feld mit einem Paar Ochsen pflügte, mit seinem Felde und seinem Gespanne reinweg von einer Seite des Thals auf die andere versetzt wurde und daß weder er noch seine Ochsen beschädigt wurden. Nach dem, was ich selbst sah, glaube ich sehr wohl, daß so etwas stattfand.

Ein dicker Band könnte angefüllt werden mit den sonderbaren Erscheinungen und Zufällen dieser Art, die das Erdbeben in diesem Thale herbeiführten, und ich vermuthe, daß manche erwähnt werden dürften in dem Berichte über das letzte furchtbare Erdbeben, den die Academie in Neapel zu veröffentlichen beabsichtigt, zu welchem Behufe der Präsident bereits 15 Mitglieder mit Zeichnern abschickte, um die Thatsachen zu sammeln und Zeichnungen zu machen, nur in der Absicht, um dem Publikum eine befriedigende und ausführliche Erzählung von dem letzten Unglücksfalle zu geben. Wenn sie jedoch nicht, wie ich es that, ihre Aufmerksamkeit auf die Natur des Bodens derjenigen Stelle richten, an der sich solche Erscheinungen ereigneten, werden ihre Berichte wohl wenig Glauben finden, ausgenommen bei denjenigen, welche ausgesprochene Liebhaber von Mirakeln sind, und deren gibt es nicht wenige in diesem Lande. Ich traf hier einen bemerkenswerthen Fall, zu welchem Grade augenblicklichen Ungemachs die Einwohner der zerstörten Städte gebracht waren. Don Marcello Grillo, ein reicher Edelmann mit großem

Landbesitz, war aus seinem Hause in Oppido entflohen, das durch das Erdbeben zerstört wurde, und da sein Geld (nicht weniger als 12,000 Goldstücke) unter den Trümmern desselben begraben war, blieb er mehrere Tage ohne Nahrung und Obdach während heftiger Regengüsse, und war dankbar, von einem Einsiedler in der Nachbarschaft ein Hemd zu erhalten.

Nachdem ich die Ruinen von Oppido durchwandert, stieg ich in das Thal hinab und untersuchte es genau und vollständig. Hier sah ich in der That die wunderbare Gewalt des Erdbebens, die genau dieselben Wirkungen, aber in unendlich höherem Grade, hier gehabt hatte, wie ich sie bei Terra-Nuova beschrieben habe. Die ungeheueren Massen, welche von der Ebene zu beiden Seiten des Thales losgelöst wurden, liegen zuweilen in wirren Haufen, wirkliche Berge formend, da, und da sie den Lauf zweier Flüsse, deren einer sehr beträchtlich ist, gehemmt haben, so bildeten sich bereits zwei große Seen. Wird denselben nicht durch Hülfe der Kunst oder Natur ihr gehöriger Lauf wieder verschafft, so muß unfehlbar eine allgemeine Seuche in der Umgegend ausbrechen. Zuweilen traf ich ein von der Oberfläche der Ebene losgerissenes Stück (mehrere Morgen groß) mit großen Eichen und Oelbäumen, mit Lupinen oder Korn unter ihnen, so gut weiter wachsend und in so guter Ordnung unten auf dem Boden des Thales, wie ihre Gefährten, von denen sie getrennt wurden, auf ihrem heimathlichen Grunde auf der Ebene mindestens 500 Fuß höher und in einer Entfernung von beiläufig $^3/_4$ Meilen. Ganze Weinberge traf ich in ungestörter Ordnung im Grunde, die ebenso dieselbe Reise

gemacht hatten. Da die Ränder des Thales da, wo diese Stücke losgerissen wurden, jetzt entblößt und senkrecht dastehen, sah ich, daß der obere Boden eine röthliche Erde war, der untere ein weißer, sandiger Thon, sehr fest und wie ein weicher Stein. Der Stoß, den diese ungeheueren Massen erhielten, sei es von der gewaltigen Bewegung der Erde allein, sei es von dieser unterstützt durch die vulkanischen in Freiheit gesetzten Ausströmungen, scheint mit größerer Gewalt auf die tieferen und festeren Lagen, als auf die obere lockere Rinde gewirkt zu haben; denn ich bemerkte beständig, daß da, wo diese cultivirten Inseln (denn als solche erschienen sie auf dem sonst unfruchtbaren Grunde des Thales) lagen, die untere Lage von festem Thone einige hundert Ellen weiter getrieben worden war und in Blöcken, manche von würfliger Form, regellos umher zerstreut war. Der untere Boden, der eine stärkere Bewegung hatte und den oberen bei seinem Fortfliegen zurückließ, läßt uns die Ordnung begreifen, in welcher die Bäume, Weinberge und die übrige Vegetation fiel und auf dem Grunde des Thales gegenwärtig bleibt. An einer andern Stelle des Grundes ist ein Berg aus demselben Thonboden, augenscheinlich ein Stück der Ebene, durch ein früheres Erdbeben losgerissen; er ist ungefähr 250 Fuß hoch und hat an seiner Basis etwa 400 Fuß im Durchmesser. Dieser Berg, wie wohl verbürgt ist, ist thalabwärts beinahe 4 Meilen gewandert, in Bewegung gesetzt durch den Erdstoß vom 5. Februar. Die große Menge des Regens, die damals fiel, das hohe Gewicht der frisch herabgestürzten Stücke, die ich auf seinem Rücken aufgehäuft sah, die Natur des Bodens, aus dem derselbe

zusammengesetzt ist, und vorzugsweise seine Stellung auf geneigter Unterlage, erklärt sehr wohl diese Erscheinung, während die Berichte, welche nach Neapel kamen, von einem Berge in einer vollkommenen Ebene, der 4 Meilen weit gesprungen sei, vielmehr wie ein Wunder aussehen. Ich fand einige hohe Stämme mit einem Ballen ihres heimischen Bodens an den Wurzeln aufrecht im Grunde des Thales stehen, die ebenfalls von der oben erwähnten Ebene hierher geworfen worden waren. Ebenso bemerkte ich, daß manche unregelmäßige Haufen von dem losen Boden durch das Erdbeben von den Ebenen auf jeder Seite des Thales losgerissen, wirklich wie ein Lavastrom (wahrscheinlich durch den starken Regen unterstützt), durch einen großen Theil des Thales hinabgeflossen waren und manche Wirkungen, ähnlich denen der Lava, auf ihrem Laufe hervorgebracht hatten.

Zu Santa Cristina, in der Nachbarschaft von Oppido, findet man auch die gleichen Erscheinungen, und die Hauptmacht des Erdstoßes vom 5. Februar scheint in diesen Gegenden, zu Casal=Nuova und Terra=Nuova, gewirkt zu haben. Die Erscheinungen, welche das Erdbeben in anderen Theilen der Ebenen von Calabria Ultra darbot, sind von derselben Natur, aber geringfügig im Vergleich mit denen, die ich geschildert habe. Die Baracken, welche für den Rest der Bewohner der alten Stadt Oppido, die nun in Trümmern liegt, errichtet sind, liegen an einem gesunden Orte, etwa 1 Meile von der alten Stadt; dort fand ich den Herrn dieses Landstriches, den Prinzen von Cariati, sehr wohlthätig bemüht, seinen unglücklichen Unterthanen beizustehen. Er zeigte mir zwei Mädchen, eines

etwa 16 Jahre alt, das 11 Tage ohne Nahrung unter den Trümmern eines Hauses in Oppido zugebracht hatte; sie hatte ein 5 bis 6 Monate altes Kind auf dem Arme, welches am vierten Tage starb. Das Mädchen machte mir eine genaue Beschreibung seiner Leiden; da es etwas Licht durch eine kleine Oeffnung erhielt, konnte es genau die Tage zählen, die es hier begraben war. Es schien nicht in leidendem Zustande zu sein, trank ohne Beschwerden, kann aber nur mit Mühe feste Speisen hinunterbringen. Das andere Mädchen war etwa 11 Jahre alt, es mußte nur 6 Tage unter den Trümmern bleiben, aber in so peinlicher Lage eingezwängt, daß eine seiner Hände, die gegen ihre Wange gedrückt war, ein Loch fast durch dieselbe hervorgebracht hatte.

Von Oppido zog ich durch dasselbe wundervolle Land, durch zerstörte Städte und Dörfer nach Seminara und Palmi. Die Häuser des ersteren sind nicht in einem so ganz zerstörten Zustande, wie die des letzteren, das tiefer und näher der See liegt. 1400 Menschen gingen in Palmi zu Grunde und alle die Leichen sind noch unausgegraben und unverbrannt, wie in den meisten Orten, die ich besuchte. Ich sah selbst zwei, die man eben herauszog, während ich hier weilte, und ich werde die traurige Gestalt einer Frau nie vergessen, die tief betrübt auf den Trümmern ihres Hauses saß, ihren Kopf in den Händen auf die Kniee gestützt und mit ängstlich gespannten Blicken jedem Hiebe der Hacken folgend, mit denen Arbeiter den Schutt wegzuräumen bemüht waren, in der Hoffnung, wenigstens die Leiche ihres Lieblings, ihres Kindes, zu finden.

Diese Stadt war ein Hauptmarktplatz für Oel, von dem sich bis zu 4000 Tonnen in der Stadt befanden, als sie zerstört wurde, so daß, da Fässer und Krüge zerbrachen, ein Strom von Oel mehrere Stunden lang sich in das Meer ergoß. Das verschüttete Oel, vermischt mit dem Getreide der Kornböden, und die verwesenden Leichen haben merklich die Luft verdorben. Das mag, wie ich fürchte, für den unglücklichen Rest der Bewohner von Palmi sehr verderblich werden, wenn die Hitze zunimmt, da sie in Baracken nahe bei der zerstörten Stadt leben. Mein Führer erzählte mir, daß er unter den Trümmern seines Hauses durch den ersten Stoß begraben worden sei und daß er sich nach dem zweiten, der unmittelbar folgte, auf dem Aste eines Baumes reitend fand, wenigstens 15 Fuß über dem Boden. Ich hörte manche solcher außerordentlichen Errettungen in allen Theilen der Ebene, wo das Erdbeben seine größte Gewalt gehabt hatte."

Wir folgen dem Berichterstatter nicht weiter nach den weniger heimgesuchten Gegenden Kalabriens und Siciliens, an denen die Wirkungen des Erdbebens ähnlich, aber viel geringer waren. Wir erwähnen nur noch eines, was ihm in Messina berichtet wurde, auch von einigen Gegenden von Kalabrien, daß Feuer aus den Spalten hervorgebrochen sei, die sich in der Erde bildeten, ohne daß jedoch nach dem Erdbeben irgendwo eine Spur von vulkanischen Producten angetroffen worden wäre. Ganz Aehnliches wurde auch von dem Lissaboner Erdbeben berichtet. Das Centrum des Erschütterungsgebietes war nach unserem Berichterstatter Oppido; in einem Umkreis von 22 ital. Meilen um diese Stadt waren alle Gebäude der ebenen

Gegenden zerstört, die Erschütterungen wurden merklich noch in einem Umkreise von 72 Meilen verspürt.

Ueber dasselbe Erdbeben hatte dann auch die von Hamilton oben erwähnte Kommission der Academie zu Neapel ausführliche Nachrichten gegeben. Sie gaben zum Theil sehr merkwürdige Beispiele der so heftigen und großartigen Bewegungen des Lebens.

Was zunächst die bei keinem heftigen Erdbeben fehlenden Spaltungen der Erdrinde betrifft, so zeigten sich dieselben hier in außerordentlichem Maßstabe; von leicht zu überschreitenden Ritzen in geringer Länge an fanden sich dieselben in allen Stufen bis zu stundenlangen Klüften. Grimaldi, neapolitanischer Kriegs-Secretär zu jener Zeit, besuchte auf Befehl des Königs ebenfalls jene Gegenden und widmete seine Aufmerksamkeit vorzugsweise den bleibenden Veränderungen der Erdrinde durch das Erdbeben, maß auch genau die Länge, Breite und Tiefe der Spalten und Schlünde. Im Districte Plaisano fand er eine solche von 105 Fuß Breite und einer Länge von fast einer Meile, eine andere in derselben Gegend hatte bei einer Tiefe von 100 Fuß eine Breite von 150.

Wirkungen des Erdbebens auf das Meer.

Wir haben schon in den vorausgegangenen Berichten über das Erdbeben von Lissabon und Kalabrien erwähnt gefunden, daß an den Küsten das Meer in eine heftige Bewegung versetzt worden sei, ohne jedoch näher auf diese Erscheinung, der man in verschiedenen Theorien über die Erdbeben eine große Bedeutung beigelegt hat, einzugehen. Man hat sie selbst als eine selbstständige unter dem Namen

Meeresbeben aufgeführt. Die Erscheinung selbst gibt sich in folgender Weise kund: Wo ein etwas stärkeres Erdbeben an einer nahe dem Meere gelegenen Stelle eintritt, bemerkt man meistens auch, nachdem bereits die Erdstöße verspürt wurden, ein ungemein heftiges und gewaltiges Schwanken des Meeresspiegels, indem sich derselbe ebensowohl wie eine ungeheuere Fluthwelle weit über den höchsten Stand der Hochfluthen erhebt, als auch eben so rasch wieder weit unter den tiefsten Stand der Ebbe erniedrigt und den Meeresgrund vom Ufer aus weit sichtbar macht. Gewöhnlich wiederholen sich rasch nach einander diese Schwankungen, immer schwächer werdend, mehrmals, bis das Meer wieder seinen gewöhnlichen Stand einnimmt.

Bei dem Erdbeben von Lissabon war diese Bewegung des Meeres außerordentlich gewaltig. Ein Bericht des Spaniers Don Antonio d'Ulloa meldet darüber aus Kadix: Am 1. d. M. (November) hatten wir hier ein Erdbeben. 3 Minuten nach 9 Uhr *) Morgens, welches 5 Minuten dauerte. Daß nicht Alles zerstört wurde, verdankt man besonders der soliden Bauart der Häuser. Die Einwohner hatten eben angefangen, sich von ihrem ersten Schrecken zu erholen, als sie sich in neue Angst versetzt sahen. 10 Minuten nach 11 Uhr sah man eine Fluthwelle auf dem Meere gegen die Stadt herrollen, die 60 Fuß hoch über den gewöhnlichen Wasserstand die Wälle überströmte. 30 Minuten nach 11 kam eine zweite Fluth und diesen beiden folgten noch vier derselben Art, um 11 Uhr 50 M., 12 Uhr 30 M., 1 Uhr 10 M. und 1 Uhr 50 M. Sie

*) Ein anderer Brief aus Kadix gibt kurz vor 10 Uhr an.

zerstörten 100 Klafter des Walles, von dem Stücke 3 Klafter lang und in ihrer ganzen Dicke 50 Schritte weit weggespült wurden.

In Madeira wurde der Stoß des Erdbebens um 9½ Uhr verspürt, um 11 Uhr zog sich das Meer plötzlich einige Schritte zurück und überfluthete dann äußerst rasch, 15 Fuß über den Stand der höchsten Fluth steigend, die ganze Küste. Auch hier wiederholten sich diese Schwankungen noch 4—5 Mal, worauf wieder Ruhe eintrat. Ueber den ganzen atlantischen Ocean hinüber bis nach Martinique wurde dieses Meeresbeben wahrgenommen; auf der Insel Barbados stieg die Welle noch 20 Fuß über den gewöhnlichen Stand des Meeres. In Europa machten sich diese Schwankungen nicht nur an den Küsten des atlantischen Oceans bemerklich, sie zeigten sich auch in auffallender Weise an Landseen, namentlich an dem Loch Neß und Loch Lomond in Schottland. Auch von dem Neuenburger See werden ähnliche Bewegungen am 1. November angeführt.

Von ganz besonderer Heftigkeit zeigen sich diese Bewegungen regelmäßig bei den Erdbeben, welche die Küsten Süd-Amerika's so häufig heimsuchen. Bei demjenigen, welches Lima 1746 zerstörte, schwoll das Meer in dem benachbarten Callao 80 Fuß über seinen gewöhnlichen Stand und verheerte die ganze Stadt vollständig. Von den 24 Schiffen, welche im Hafen lagen, gingen 19 zu Grunde, 4 wurden von dem Wasserberge eine halbe Meile weit in das Land getrieben und dort sitzen gelassen.

Sehr genaue Nachrichten haben wir über diese Bewegungen des Meeres, die bei dem letzten gewaltigen Erd-

beben, das Peru am 13. August 1868 so fürchterlich heimsuchte, an sehr vielen Punkten des großen Oceans mit großer Genauigkeit beobachtet wurden. Das Erdbeben hatte sein Centrum bei der Stadt Arica, gerade da gelegen, wo die Küste Süd-Amerika's aus ihrer nordsüdlichen Richtung in die von Südost nach Nordwest übergeht. Es wurde die Erschütterung sehr deutlich von hier bis nach Callao im Norden und nach Copiapo im Süden, beiläufig vom 11—24° südl. Br., also etwa 200 g. M. in der Länge verspürt. Ueber die Bewegung des Meeres in Iquique, nahe dem Centrum der Erschütterung, haben wir eine sehr lebendige Schilderung in einem von F. Mohr mitgetheilten Briefe eines Bewohners jener Stadt. Derselbe schreibt: Ich ging, als der Boden wieder einigermaßen in Ruhe gekommen war, die Treppe hinunter und fand vor der Kirche die weiblichen Mitglieder unseres Haushaltes in einem erbarmungswürdigen Zustande. Ich suchte sie zu beruhigen; aber vergebens. Sie fürchteten, die Sache sei noch nicht vorbei; ich brachte sie deshalb nach der Verschiffungsbrücke, wo sie, wie ich ihnen versicherte, vollkommen sicher seien, wenn auch das ganze Haus zusammenfiele. Nachdem ich noch den Schornstein der Küche, der umgefallen war, hatte aufrichten lassen, um Feuersgefahr zu vermeiden, ging ich ins Haus, um den Schaden anzusehen. Da sah es allerdings bunt genug aus. Gläser, Flaschen, Blumentöpfe, auch manche Möbel lagen auf dem Boden, aber das Haus selbst war ganz unversehrt und wir beruhigten uns bald hinreichend, um auch auf die Straße zu gehen, wo alle übrigen sich aus dem Hause befanden.

Als ich an der Ecke des Hauses angekommen war, von welcher eine kurze Straße nach dem Meer führt, sah ich mit Entsetzen, daß eine kleine Welle gerade bis an die Thür des Comtors reichte, denn das Meer war buchstäblich in gleicher Höhe mit der Straße. Zugleich kamen die auf der Landungsbrücke in Sicherheit gebrachten Frauen, welche dort natürlich das Steigen des Meeres bemerkt hatten, mit Zetergeschrei herab und liefen mit der uns gegenüberwohnenden Familie den Bergen zu.

Ich mochte ebenfalls unwillkührlich an Callao und St. Thomas denken. Jetzt sah ich mit erneutem Entsetzen das Meer sich zurückziehen, nicht langsam, wie es gestiegen war, sondern mit einer grauenerregenden Heftigkeit; vor mir hob und hob sich das Ufer, daß ich bald zur Insel hin vom Meere nichts mehr sah. Einige behaupteten, es sei bis dahin trocken gewesen. Da zeigte sich auf einmal in einiger Entfernung hinter der Insel eine lange hohe Welle, die nach dem Lande zu mit großer Regelmäßigkeit vordrang. Nun schien mir kein Augenblick mehr zu verlieren. Ich rief den beiden im Hause befindlichen Freunden zu, heraus zu kommen, um sie auf die Gefahr aufmerksam zu machen. Dieselben kamen, meinten indeß, die Welle werde sich an der Insel brechen. Wir warteten nun auch dies noch ab und hatten so das großartige Schauspiel, das Meer mit einer Gewalt über die Insel weggehen zu sehen, daß das Wasser zum Himmel zu spritzen schien. Aber für uns war auch der letzte Augenblick zur Rettung gekommen. Unter dem stets wachsenden Getöse des sich heranwälzenden Wassers, und als die Welle dem Lande schon näher war, als der Insel, fingen wir drei endlich an, der Höhe

zuzulaufen. Für den letzten von uns, welcher sich etwa zehn Schritte zurückbefand, schon fast zu spät, denn er wurde vom Wasser erreicht und fortgeschleudert, während er sich inmitten der Trümmer der rechts und links vor ihm zusammenstürzenden Häuser, die ihn an mehreren Stellen verletzten, aufraffte aufs Neue erfaßt und fortgeschleudert wurde. Er blieb endlich, als das Meer das Gleichgewicht wieder erlangt hatte, auf dem Trocknen, ohne zu wissen wie. Ich glaubte eine Zeit lang allein von uns dreien die Gefahr begriffen zu haben, als ich die andern aufforderte, die Thüre zu schließen und der Höhe zuzueilen; und doch, nachdem ich nicht weit gelaufen war, blieb ich stehen und sah zurück, um die Wirkung der Welle zu sehen, was ich sicher nicht gethan haben würde, wenn ich von der Gewalt derselben eine Ahnung gehabt hätte; so kommt es, daß ich mich des Augenblicks, in welchem die Welle am Lande anlangte, mit solcher Lebhaftigkeit erinnere, daß der Anblick mir immer vor Augen stehen wird. Die Welle, schwarz von dem Sande und Schmutz, den sie bereits aufgewühlt hatte, mochte etwa 30 Fuß hoch sein; sie reichte bis zum Balkon des Hauses, von wo Wasser und Schaum noch über das Haus wegspritzten.

Wenn ich noch einen Augenblick die Hoffnung gehegt hatte, die Häuser würden im Stande sein, dem Andrange des Wassers zu widerstehen, so wurde ich dieser Täuschung sofort entrissen. In diesem einzigen kurzen Augenblick verschwand unter dem entsetzlichsten Getöse von den zusammenstürzenden Häusern die ganze Straße de la Pantilla und das Meer verlor dadurch so wenig an seiner Heftigkeit, daß es, obschon es nun ganze Berge von Holz und

Trümmern vor sich herzuwälzen hatte, doch die nachfolgenden Gebäude wegfegte, bis mit dem Ansteigen des Terrains auch die Welle an Höhe und dadurch an Kraft verlor. Ich lief so schnell ich konnte. Als ich etwa 200 Schritte weit gekommen war, sah ich zu meiner Linken an der ganzen Seite der Pantilla, wie das Meer, welches das ganze Ufer kahl gewaschen und die unförmlichen Trümmerhaufen der zahlreichen Häuser, die dort standen, vor sich herwälzend, in unaufhörlichem Vorrücken begriffen war. Da verließ mich mit den Kräften auch der Muth. Das Meer auf der Ferse und nun auch von der Seite sich heranwälzend, gab ich mich verloren und blieb stehen. Aber es ließ mich am Leben, und als ich zurückblickte, hatte es sein natürliches Niveau erreicht und zog sich in sein früheres Bett zurück, nachdem es nur noch zwei Schritte von mir entfernt gewesen war. Alles vom Zollhause bis zum äußersten Ende der Pantilla war verschwunden; gerettet wurde nur der höher gelegene Theil um die Kirche herum. — Nach anderen Nachrichten betrug die Höhe dieser größten, Alles verwüstenden Welle 40 Fuß. Welche ungeheuere Gewalt ein solcher Wasserberg haben muß, das können wir schon daraus schließen, daß das Gewicht des Meerwassers etwa 1000 mal größer ist, als das der Luft, und daß die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Wasserwellen bei Erdbeben, wie wir gleich näher sehen werden, 4—5 mal größer ist, als die der heftigsten Orkane. F. v. Hochstetter, dem bekannten Novara-Reisenden, verdanken wir eine höchst werthvolle und gründliche Zusammenstellung und Prüfung der zahlreichen Nachrichten über dieses Meeresbeben aus dem ganzen Bereiche des großen Oceans. (Sitzungsber.

der K. Acad. der Wissensch. in Wien 1868 und 1869.) Aus denselben geht zunächst hinsichtlich der Ausdehnung desselben Folgendes hervor:

Das Meeresbeben erstreckte sich fast über den ganzen großen Ocean; es wurde längs der Westküste von Amerika bis hinauf nach Kalifornien und westlich bis nach Neuseeland und Tasmanien, so wie über die Sandwich-Inseln bis nach Japan hin beobachtet. An der Banks-Halbinsel, die von der Südinsel Neu-Seelands auf deren Ostseite weit vorspringt, berichtete der Hafenmeister von Lyttelton: Die Nacht von Freitag den 14. auf Samstag den 15. August war ungewöhnlich schön, das Barometer hoch und steigend und nichts ließ schließen, daß der gewöhnliche durch Ebbe und Fluth verursachte Wechsel im Meeresniveau in irgend einer Weise gestört werden könne. Zwischen 3 und 4 Uhr Morgens jedoch zog sich die See während einer halben Stunde mit einer Geschwindigkeit von 12 Knoten per Stunde mehr und mehr vom Ufer des Hafens zurück, bis die kleine Bucht, an deren Ufern die Stadt Lyttelton gebaut ist, gänzlich trocken gelegt war, so daß alle Schiffe auf den Grund geriethen. Da gerade halbe Ebbezeit und das Wasser um 18 Fuß gefallen war, so stand es um 15 Fuß tiefer, als bei voller Ebbe. Ungefähr um 4½ Uhr kehrte das Wasser mit fürchterlichem Getöse zurück und bildete einen schäumenden Wall von 10 Fuß Höhe, durch welchen die Schiffe in einem Augenblicke in die Höhe gehoben und viele von ihren Ankerketten losgerissen wurden. Nachdem diese furchtbare Welle das Ufer erreicht hatte, stieg das Wasser noch eine Viertelstunde lang, und zwar 3 Fuß, über die höchste Springfluth, so

daß es also sein Niveau in kurzer Zeit um 25 Fuß verändert hatte*). Dieses Anschwellen und Sinken wiederholte sich noch drei Mal, selbst das vierte Mal (um 10½ Uhr) betrug der Unterschied zwischen dem niedersten und höchsten Stand des Meeres noch 18 Fuß.

Die Wogen kamen bei Neu-Seeland und Neu-Holland überall von Osten her, so daß alle weiter westlich gelegenen Punkte später von denselben betroffen wurden, namentlich zeigte sich dies auch sehr deutlich aus den Beobachtungen an einigen der zwischen Amerika und Neu-Seeland gelegenen Inseln, wie z. B. der Chatam-Insel, die 12 Grad östlich von der Banks-Insel liegt, einigen der Fidschi-Inseln, den Samoa-Inseln.

Berechnet man nun aus den verschiedenen Zeitangaben über das Eintreffen der Wellen an den verschiedenen Orten die Geschwindigkeit der Fortpflanzung der großen Meereswellen, unter der Voraussetzung, daß dieselben durch das Erdbeben in Peru veranlaßt waren, so ergibt sich nach v. Hochstetter eine Fortpflanzungsgeschwindigkeit von 533—746 Fuß für die Secunde im freien Meere und von 479 Fuß an der Küste Süd-Amerika's. Ganz ähnliche Zahlen ergibt die Berechnung der Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Fluthwellen, welche das Erdbeben von Samoda in Japan 1854 erzeugt hatte, die sich bis nach Kalifornien hin bemerklich machten. Sie ergaben, für zwei verschiedene Punkte der Küste dieses Landes berechnet, eine Geschwindigkeit von 617 und 597 Fuß

---

*) Der Niveauunterschied von Ebbe und Fluth beträgt im Hafen von Lyttelton 7 Fuß.

für die Secunde, so daß wir in runden Zahlen aus diesen Beobachtungsreihen 600 Fuß für die Secunde annehmen können. Die Ungleichheit der Zahlen nach den verschiedenen Angaben und Beobachtungsorten sind zum Theil auf Beobachtungsfehler, im vorliegenden Falle mangelhafte oder unrichtige Zeitangaben, zurückzuführen, dies jedoch nur zum geringsten Theile, indem ein Irrthum in der Zeit selbst von einer halben Stunde bei so großen Entfernungen nur wenig für das Rechnungsresultat ausmachen kann. Der größere Theil dieser Ungleichheit wird durch die Verschiedenheit der Umstände im Meere selbst, namentlich durch seine verschiedene und ungleich wechselnde Tiefe erzeugt werden.

Vergleichen wir diese Fortpflanzungsgeschwindigkeit mit der der Erdbeben auf dem festen Lande, so finden wir, daß sie kaum die Hälfte von dieser beträgt. Diese Thatsache erklärt auch, warum überall, wo Erdstöße und Meeresbeben empfunden werden, die letzteren stets später kommen, als die ersteren. Dagegen ist die Ausdehnung, der Wirkungskreis der Bewegung des Meeres ein ungleich größerer und ausgedehnterer. Bei dem Peruanischen Erdbeben z. B. war die größte Entfernung der Orte, bis zu welcher die Bodenerschütterung verspürt wurde (Callao bis Copiapo), 210 g. Meilen, so daß also vom Centrum der Erschütterung aus 105 Meilen weit die Bewegungen des Bodens noch bemerkbar wurden. Dagegen erstreckten sich die Bewegungen des Meeres bis nach Süd-Australien auf eine Entfernung von 1850 g. Meilen von dem Centrum der Erschütterung, demnach 18 mal weiter, als die wahrnehmbaren Erzitterungen des Bodens. Auch das hat nichts

Befremdliches und ist durch die Natur der beiden Massen, des Festen und des Flüssigen bedingt. Ein Tropfen, der auf eine ruhige Wasserfläche auffällt, erzeugt weithin verfolgbare Wellchen, die sich ringförmig immer weiter und weiter ausbreiten; lassen wir denselben Tropfen auf eine Steinplatte fallen, so können wir seine erschütternde Wirkung hier kaum in dem kleinsten Umkreise wahrnehmen. Im Großen muß natürlich derselbe Unterschied sich geltend machen.

Wie diese merkwürdige Erscheinung zu Stande komme, darüber sind sehr verschiedene Ansichten ausgesprochen worden. So viel geht aus allen Beobachtungen hervor, daß sie im innigsten Zusammenhange mit den Erdbeben stehen und ohne solche bis jetzt nie wahrgenommen wurden. Wenn wir die Ursache dieser besprechen, werden wir auch auf die Ursache der Bewegungen des Meeres noch einmal zurückzukommen haben.

Bleibende Niveau-Veränderungen als Wirkungen der Erdbeben.

Zu den am meisten besprochenen und widersprochenen Wirkungen oder richtiger Folgen der das Erdbeben erzeugenden Vorgänge gehören die bleibenden Lageveränderungen größerer Theile der Erdrinde. Man hat dieselben als Hebungen und Senkungen bezeichnet, je nachdem man beobachtete, daß nach dem Erdbeben eine höhere oder tiefere Lage, als die vor der Bodenerschütterung vorhanden war, an ausgedehnteren Massen des Landes eingetreten sei. Da die Hebungen sowohl wie die Senkungen stets nur einen geringen Betrag haben, die stärksten Erdbeben bisher auch immer an Meeresküsten eintraten, so ist es sehr begreiflich,

daß diese Erscheinungen nur von diesen bekannt sind. Weil hier natürlich jede Niveau-Veränderung des Landes sofort durch eine scheinbare Veränderung des Meeresspiegels sich zu erkennen gibt, indem jede Senkung des Landes ein weiteres Eindringen, also ein scheinbares Steigen des Meeres zur Folge hat, und umgekehrt jede Hebung des Landes ein scheinbares Zurückweichen des Meeres, so werden hier auch um so leichter geringere Veränderungen der Lage des Landes sich bemerklich machen. Ist ja doch auch der Meeresspiegel diejenige Ebene, die wir als feststehend annehmen und auf die wir alle unsere Höhenangaben des Landes und der Berge zurückführen.

Das Meer ist aber keine feste und keine unbewegliche Masse, Ebbe und Fluth, Land- wie Seewinde bedingen ein unaufhörliches Schwanken und es bedarf daher auch längere Zeit hindurch fortgesetzter Beobachtungen, um an einem Meere den mittleren Stand zwischen diesen Auf- und Abschwankungen, den idealen Meeresspiegel, von dem wir aus rechnen, festzustellen und zu bestimmen. Außer diesen Beobachtungen macht uns jedoch das Meer selbst auch bestimmte Zeichen über seinen Stand, sowohl über seinen höchsten, wie über seinen niedrigsten, die uns für die Beantwortung der Frage, ob nach einem Erdbeben eine Hebung oder Senkung eingetreten sei, von der größten Wichtigkeit sind.

Was zunächst den höchsten Stand des Meeres betrifft, so wird uns derselbe durch einen Saum bezeichnet, der aus Bruchstücken und Resten einer großen Menge von Pflanzen und Thieren besteht, welche die Wellen ans Land werfen; an felsigen Gestaden ist derselbe auch an den Ver-

änderungen erkenntlich, welche das Seewasser theils durch seine mechanischen, theils durch seine chemischen Kräfte hervorruft. Außerdem wird auch meistens die lebende Pflanzenwelt des Landes durch ihre Ausbreitung nach dem Wasser hin zeigen, wo ihnen das Meer ein gebieterisches Halt! zuruft.

Auch an Zeichen, welche uns den tiefsten Stand des Meeres zur Zeit der Ebbe erkennen lassen, fehlt es nicht; für diese sorgen die Seethiere, die, ähnlich wie die Landpflanzen nach unten hin, soweit nach oben hin sich drängen, als es ihnen möglich ist. Namentlich sind es an felsigen Küsten die auf dem Gesteine festgewachsenen Thiere mit kalkigen Schalen oder vor Allem die in die Felsen sich einbohrenden Muscheln, welche uns zeigen, wie weit das Meer sich zurückzieht, indem diese Thiere zu Grunde gingen, wenn sie zur Zeit der Ebbe nicht mehr vom Wasser bedeckt wären.

Denken wir uns nun, daß plötzlich das Land um einige Schuhe in die Höhe gerückt würde. Was würden wir dann am Meere wahrnehmen? Offenbar würde zunächst oben jener Saum von Resten gar nicht mehr vom Wasser erreicht werden, es würde weiter unten ein zweiter entsprechend dem jetzigen Fluthstande des Meeres sich bilden; die Landpflanzen würden diese alte s. g. Strandlinie überschreiten und auf dem vor der Hebung von ihnen unbetretbarem Boden fortwachsen, dagegen würden nun zur Zeit der Ebbe eine Menge jener festgewachsenen Seethiere sichtbar sein und absterben. Eine Hebung würden wir daher auch an Küsten, die nicht von Menschen bewohnt und mit Werken der Menschenhand versehen sind,

immer leicht nachweisen können. Schwieriger ist es dagegen, eine Senkung in einem solchen Falle zu erkennen, da durch ein Sinken des Landes das Meer weiter heraufrückt und uns die früheren Marken verdeckt. Nur wenn sich noch Landpflanzen, namentlich Baumstämme, in natürlicher Stellung unter dem Wasser finden, können wir diese Niveau-Veränderung wahrnehmen, die alte Strandlinie wird natürlich in der kürzesten Zeit von den Wellen zerstört. Leicht ist es begreiflicher Weise da, wo bewohnte Küsten eine Senkung erleiden; das weitere Heraufreichen des Meeres macht sich an den Häusern und Straßen so bemerklich, daß es sofort in die Augen fallen muß.

Nachdem wir so in der Kürze die Merkmale besprochen, welche uns eine Veränderung in der gegenseitigen Lage von Land und Meer erkennen lassen, geben wir einige der bekanntesten Beispiele dieser Art.

Am 19. November 1822 wurde die Küste von Chili von einem sehr heftigen Erdbeben heimgesucht, das eine ungewöhnlich große Ausdehnung hatte, indem der Stoß fast gleichzeitig auf eine Länge von 480 g. M. verspürt und die Städte St. Jago und Valparaiso fast ganz verwüstet wurden. Es befand sich damals gerade eine naturforschende Engländerin, Mrs. Graham, dort. Diese berichtete nach Europa, daß nach den vorgenommenen Untersuchungen ein großer Theil der Küste, etwas mehr als 40 g. Meilen lang, in die Höhe gehoben worden sei. Zu Valparaiso habe die Hebung 3 Fuß, etwas weiter nördlich bei Quintero selbst 4 Fuß betragen. Außer den ins Trockene gerathenen Resten von Meerbewohnern beobachtete man auch landeinwärts, daß das Wasser einer ungefähr eine

Meile vom Ufer entfernten Mühle auf 300 Fuß 14 Zoll an Fall gewonnen hatte, woraus hervorgeht, daß die Hebung nach dem Innern des Landes zu noch etwas beträchtlicher gewesen sein muß. Ein zu derselben Zeit in jener Gegend weilender englischer Botaniker, Cruikshanks, fand bei Quintero Grünsteinfelsen mehrere hundert Yards von dem Strande entfernt, die vor dem Erdbeben unter dem Wasser lagen, schon bei halber Ebbe über dasselbe hervorstehend. Er gibt auch an, daß alle Fischer der dortigen Küste behaupteten, das Meer sei seichter geworden und habe sich von der Küste zurückgezogen.

So wohl beglaubigt nun durch die angegebenen leicht zu erkennenden Thatsachen diese Erscheinung war, so wurde sie doch allgemein in Europa, wo Aehnliches noch nicht beobachtet war, als ein Mährchen oder als höchst zweifelhaft angesehen. Es war daher sehr natürlich, daß alle Naturforscher, die später dieselben Gegenden besuchten, ihre Aufmerksamkeit darauf richteten, jenen Bericht zu bestätigen oder zu widerlegen. Wir erwähnen von den namhafteren zunächst Meyen aus Berlin, der im Jahre 1831 Chili besuchte. Er konnte sämmtliche Angaben von Mrs. Graham bestätigen, so weit dies nach neun Jahren noch möglich war. Er fand noch wohl erhalten an den Felsen die Reste von festsitzenden Seepflanzen und Thieren, welche durch jene Hebung ins Trockene gekommen waren. Jetzt stets über dem Wasser sich befindende Muschelbänke von Arten, wie sie in dem dortigen Meere noch leben, beobachtete er an verschiedenen Punkten. Trotzdem wurde auch nach diesem Zeugnisse noch die aus jenen Beobachtungen erschlossene Hebung des Landes von Vielen geläugnet.

Eine zweite an derselben Stelle wenige Jahre später auftretende Hebung bei einem folgenden Erdbeben machte nun diese Erscheinung viel wahrscheinlicher, da sie von einem Naturforscher untersucht werden konnte, dessen Namen unstreitig gegenwärtig der am meisten genannte von allen ist, von Darwin. Er befand sich eben damals mit einer wissenschaftlichen englischen Expedition an jener Küste, und zwar in Valdivia, als am 20. Februar 1835 ein außerordentlich heftiges Erdbeben eintrat, welches sein Centrum etwa 40 g. M. weiter nördlich bei Concepcion hatte und diese Stadt völlig zerstörte. Am 4. März schon war er an der Stelle dieser Stadt selbst. Von ihm selbst, wie von Kapitän Fitzroy wurde die Gegend genau untersucht, um die Streitfrage zu entscheiden, ob Hebungen durch Erdbeben in jenen Gegenden stattfänden. Die Erscheinuugen sprachen auf das Allerentschiedenste dafür. Sie constatirten eine Hebung des Festlandes von 4—5 Fuß durch dieses Erdbeben, die sich jedoch wieder etwas verringerte und im April noch 2—3 Fuß betrug. Besonders stark und merkwürdig zeigten sich die Hebungserscheinungen an der kleinen 6 Meilen von Concepcion liegenden Insel Sta. Maria. Bei einer Länge von $1^1/_2$ Meile in der Richtung von Nord nach Süd betrug der Unterschied in der Hebung an dieser Insel 2 Fuß, indem das nördliche Ende 10, das südliche nur 8 Fuß sich gehoben zeigte. Nicht nur durch die Untersuchungen an den Ufern wurde diese Hebung jener Gegend nachgewiesen, sondern auch durch die Sondirungen des Meeresgrundes, der sich nach dem Erdbeben überall seichter zeigte. Namentlich zeigte sich auch ein großes flaches Felsenriff nördlich von der genannten Insel so weit ge-

hoben, daß es nun mit Tausenden von Muscheln über das Wasser kam, die durch ihre Verwesung einen entsetzlichen Geruch verbreiteten.

Nachdem nun diese beide Hebungen durch zwei Erdbeben constatirt waren, lag es nahe, nach Beweisen für solche aus früheren Zeiten zu suchen, da ja jene Gegenden, so weit zurück unsere Nachrichten über dieselben gehen, vielfach von gewaltigen Erdbeben heimgesucht werden. Schon Mrs. Graham hatte auf solche Erscheinungen hingewiesen, welche ein beträchtlich höheres Heraufragen des Meeres an der Küste Chili's in früheren Zeiten bekundeten. Darwin hat nun auch diesem Gegenstande besondere Aufmerksamkeit gewidmet und die Westküste Süd-Amerika's nach dieser Seite hin genau untersucht. Er fand nun, was wohl nichts Befremdliches mehr hatte, eine ganze Reihe solcher alter Strandlinien und Muschellager an den Felsen der Küste und in den Thälern der Flüsse weit ins Innere hineinreichend über einander. In regelmäßigen einander parallelen Streifen und gleichsam Terrassen bildend, fand er diese Ablagerungen, sämmtlich nur Reste von jetzt in den dortigen Meeren lebenden Geschöpfen enthaltend, in den verschiedensten Höhen und an verschiedenen Punkten in wechselnder Anzahl an der Küste selbst 4—500 Fuß über dem jetzigen Meeresspiegel, ja an einer Stelle traf er solche Muschelreste in einer Höhe von 1300 Fuß. Nach dem Innern des Landes zu stiegen sie noch etwas höher. Daß diese Hebungen in historischer Zeit erfolgt sein müssen, schließt Darwin aus dem Umstande, daß er hie und da Gegenstände menschlicher Kunst, wie sie leicht ins Meer gerathen können, baumwollenes Garn,

Geflechte von Bast, unter diesen Muscheln fand. An der Küste von Koquimbo (30° südl. Br.) konnte er 5—7 solcher alter Strandlinien nachweisen, bei Callao (12° südl. Br.) 3 bis zu 170 Fuß Höhe. Auch an der Ostküste Süd-Amerika's hat Darwin 8 verschiedene Hebungen und zwar in Patagonien bis zu 400 Fuß Höhe aufgefunden. Aehnliche Untersuchungen stellte später Alcide d'Orbigny an der Ostseite Süd-Amerika's, namentlich im Flußgebiete des Plata, an, und bestätigte durch dieselben, daß auch in diesen Gegenden Hebungen, und zwar plötzlich eintretende, stattgefunden haben müssen. Zwischen den Flüssen Colorado und Negro, im Hintergrunde der Bay von San Blas, 6000 Fuß von dem jetzigen Meeresufer entfernt, zeigte sich eine mächtige Sandschicht, in welcher eine Menge von Muscheln in ihrer natürlichen Stellung, die beiden Schalen noch vereinigt, sich fanden, 1½ Fuß über dem Niveau der höchsten Fluthen, die dort 24 Fuß hoch steigt, so daß also jene Ablagerung von Muscheln, die ja, wie schon erwähnt, stets unter dem tiefsten Ebbestand bleiben, 26 Fuß zum wenigsten gehoben worden sein muß. Bei Montevideo und ebenso bei San Pedro, 21 g. M. von Buenos Ayres landeinwärts, zeigten sich 92 Fuß über dem Spiegel des Flusses 6—9 Fuß hohe Sandhügel, ganz erfüllt mit noch jetzt an der Mündung des Stromes lebenden Konchylien. D'Orbigny hebt besonders hervor, daß die Art der Erhaltung und Stellung dieser Muscheln in dem Sande entschieden zeige, daß sie plötzlich und mit einem Male dem Bereiche des Wassers entrückt worden sein müssen, weil sie außerdem, durch den Wellenschlag zertrümmert, zerbröckelt und hin und hergerollt, jedenfalls

aus ihrer natürlichen, stehenden Stellung im Sande gebracht worden wären.

Obwohl wir nun für diese Hebungen die Erdbeben nicht kennen, auch die Zeit nicht näher bestimmen können, in welcher sie stattgefunden haben, so dürfen wir sie doch eben so sicher auf Erdbeben zurückführen, wie die älteren an den Westküsten Süd-Amerika's, deren Eintritt wir auch durch keine historischen Nachrichten genauer festzusetzen im Stande sind.

Es liegen uns übrigens auch von andern Theilen der Erde beglaubigte Berichte über ähnliche Ereignisse vor.

Am 16. Juni 1819 wurde das Indusdelta von einem starken Erdbeben heimgesucht, durch das unter andern die etwas südlich von dem Delta gelegene Stadt Bhooj ganz zerstört wurde. „Unmittelbar nach dem Erdstoße sahen die Einwohner von Sindree in einer Entfernung von $5^1/_2$ Meilen von ihrem Dorfe einen langen, erhabenen Wall, wo sie vorher nur eine niedrige und vollkommen gleiche Ebene gesehen hatten. Diesem emporgehobenen Landstriche gaben sie den Namen Ullah-Bund oder Gottes-Damm, um ihn von einem künstlichen, vorher durch einen Arm des Indus gezogenen Damm zu unterscheiden. Der neu emporgehobene Landstrich ist an 50 Meilen von Osten nach Westen lang und dehnt sich von der Puchum-Insel nach Gharee aus; ihre Breite von Norden nach Süden beträgt an einigen Punkten 16 Meilen und ihre größte bestimmte Höhe über dem ursprünglichen Niveau des Delta's 10 Fuß, eine Erhebung, die dem Anscheine nach auf der ganzen Strecke sehr ungleich ist.“ (Lyell.)

Eines der jüngsten Ereignisse dieser Art fand auf der

Insel Neu-Seeland statt, wo im Jahre 1855 durch ein Erdbeben am 23. Januar eine Hebung nördlich von der Cooks-Straße bis zu 9 Fuß Höhe eintrat. Was auch an anderen Orten bei Hebungen bemerkt wurde, zeigte sich auch hier, nehmlich, daß dieselbe ungleich war, nach Süden immer geringer wurde, so daß selbst eine Senkung anderer Strecken eintrat, welche letztere Bewegung von der Cooks-Straße südlich bemerkbar wurde. Die gehobene Masse wurde von einem schon vor dem Erdbeben dort lebenden englischen Ingenieur, welcher sie genau untersuchte, auf 4600 engl. Q.-Meilen berechnet.

Seltener als Hebungen treten im Gefolge von Erdbeben Senkungen ein. Dieselben sind bis jetzt auch nie in der großen Ausdehnung beobachtet worden, wie die Hebungen. Die in ganz kleinem Maaßstabe auftretenden Senkungen, wie z. B. die des Quais bei dem Lissaboner Erdbeben, sind wohl nur durch Hinabsinken kleinerer Stücke der Erdrinde in große Spalten zu erklären, wie dieses auch bei dem Erdbeben von Kalabrien häufig beobachtet wurde, ohne daß eine eigentliche Niveau-Veränderung des Landes eintrat. Bei dem Sinken des Quais von Messina hat Hamilton auch das als wahrscheinlich hingestellt, daß es sich hier nicht einmal um ein Versinken, sondern nur um ein seitliches Umfallen in das Meer handele.

Von solchen Senkungen, die in historischer Zeit eingetreten sind, finden wir nur eine sichere verzeichnet, nehmlich diejenige, welche bei dem oben erwähnten Erdbeben am Indusdelta im Jahre 1819 eintrat. An dem östlichsten Zweige des Indus nach seiner Zertheilung in dem Delta

lag das Fort Sindree mit dem Dorfe gleichen Namens. Die Senkung, die nach dem Erdstoße eintrat, ging so allmählich und ohne alle Erschütterungen vor sich, daß die Einwohner erst durch das in die Senkung einströmende Meerwasser von derselben etwas bemerkten. Sie mußten sich zum Theil auf den höchsten Punkt des Forts flüchten und wurden von dort am andern Tage durch Bote abgeholt. Noch im Jahre 1838 ragte der Thurm und der obere Theil der Wälle aus dem Wasser hervor.

Wir haben nun allerdings von einer großen Anzahl von Punkten der Erdoberfläche Beweise, daß dieselben gesunken sind, aber nicht, daß diese Senkungen durch oder nach Erdbeben stattgefunden haben. So wie eine solche Senkung nur etwas länger vorübergegangen ist, wird es nicht mehr möglich sein, zu entscheiden, ob dieselbe auch nur plötzlich eingetreten sei, ja sie wird uns mit der Zeit vollständig verwischt werden, wenn nicht zufällig Gebäude oder Wälder an den Küsten durch solche Ereignisse unter das Wasser gebracht wurden. Da aber auch diese der Bewegung und den zersetzenden Wirkungen des Wassers unmöglich lange widerstehen können, so werden wir Senkungen aus früheren Jahrhunderten kaum je zu erkennen im Stande sein.

In der Gegenwart, d. h. in historischer Zeit, sind ohnedies Hebungen nach Erdbeben viel häufiger beobachtet worden, als Senkungen, so daß auch aus diesem Grunde die Spuren von solchen noch seltener angetroffen werden können.

Von den Ursachen der Erdbeben.

In noch viel höherem Grade, als bei der Erklärung der Erscheinungen der feuerspeienden Berge, gehen die Meinungen der Geologen hinsichtlich der Ursachen der Erdbeben auseinander. Die einen bringen sie in den engsten Zusammenhang mit den Vulkanen, die anderen behaupten, sie hätten gar nichts mit denselben zu schaffen, seien durchaus nicht auf dieselben Ursachen zurückzuführen. Ebenso nehmen die ersteren an, daß die Erdbeben durch in der Tiefe wirkende Kräfte erzeugt würden, während letztere dieselben zu einem zufälligen Phänomen, abhängig von äußeren meteorologischen Verhältnissen, stempeln wollen. Auch über einzelne bei und mit dem Erdbeben auftretende Erscheinungen gehen die Ansichten ebenso auseinander, wie z. B. über die Bewegungen des Meeres, die Hebungen von Theilen des Festlandes. Wir würden die Grenzen des uns hier zugemessenen Raumes weit überschreiten, wenn wir näher auf alle diese verschiedenen Ansichten eingehen wollten. Bei der großen Unsicherheit, die jedoch über diesen Gegenstand noch herrscht, wird es aber nöthig sein, die wichtigsten derselben kurz zu erörtern.

Ueber einen Punkt, der für die Theorie der Erdbeben und die Frage nach ihrer Ursache von besonderer Bedeutung ist, können wir jedoch noch etwas zuverlässigere Untersuchungen anstellen, nehmlich über die Frage, wo denn eigentlich der Sitz der Erdbeben, der Ausgangspunkt derselben, zu suchen sei. So viel steht fest, daß wir denselben unter der Oberfläche der Erde anzunehmen haben und daß die Verhältnisse an der Oberfläche nach den mechanischen Gesetzen des Stoßes elastischer Körper beurtheilt werden

müssen. Denken wir uns, irgend ein elastischer Körper — und als solche zeigen sich ohne Ausnahme alle festen Gesteine unserer Erdrinde — werde an irgend einer Stelle durch irgend welche Veranlassung angestoßen, so beobachten wir, daß sich von diesem Punkte aus die Erschütterung, so lange die Elasticität des Körpers die gleiche bleibt, mit gleichmäßiger Geschwindigkeit radienartig nach allen Seiten hin ausbreitet, ähnlich wie ein ins Wasser geworfener Stein auf der Oberfläche Wellen erzeugt. Diese Erschütterungskreise oder Erschütterungswellen werden sich je nach dem Grade der Elasticität der verschiedenen Gesteine mit verschiedener Schnelligkeit und verschiedener Stärke fortpflanzen. Die Stärke der Erschütterung bei einem Erdbeben muß deswegen auch eine immer geringere werden, je weiter der erschütterte Punkt von dem Ausgangspunkte, dem Centrum der Bewegung, entfernt liegt. Ebenso muß auch die Richtung des Stoßes, je weiter von dem Centrum der Erschütterung entfernt ein Ort liegt, eine immer mehr aus der senkrechten zu der horizontalen Lage sich neigende werden. Unsere Erde ist nun eine Kugel und diese ihre Form bedingt es, daß die Erscheinungen des Fortschreitens und der Stärke der Erschütterung an der Oberfläche, an der allein wir sie beobachten können, eine ganz verschiedene werden muß, je nachdem wir den Ausgangspunkt derselben in verschiedener Tiefe annehmen. Hier finden nun offenbar zwei Extreme statt, die uns die folgende Figur veranschaulichen können.

Wäre die Erde eine homogene Kugel und würde die Erschütterung im Mittelpunkte beginnen, so würde sie dann auf der ganzen Oberfläche der Erde gleichzeitig und gleich

stark empfunden werden. Etwas Aehnliches findet aber auch schon statt, wenn wir den Sitz des Erdbebens sehr tief annehmen, wie in Fig. 33.

Es sei C das Centrum der Kugel, in A beginne die Erdbebenwelle; offenbar würde in diesem Falle, wenn die erste Wirkung davon bei a an die Oberfläche gelangt, die mit dem Halbmesser Aa gezogene Kugel alle die Punkte enthalten, welche in demselben Augenblicke und mit derselben Stärke erschüttert werden. In derselben Zeit ferner, in welcher sich die Erschütterung um das Stück 1—2 in

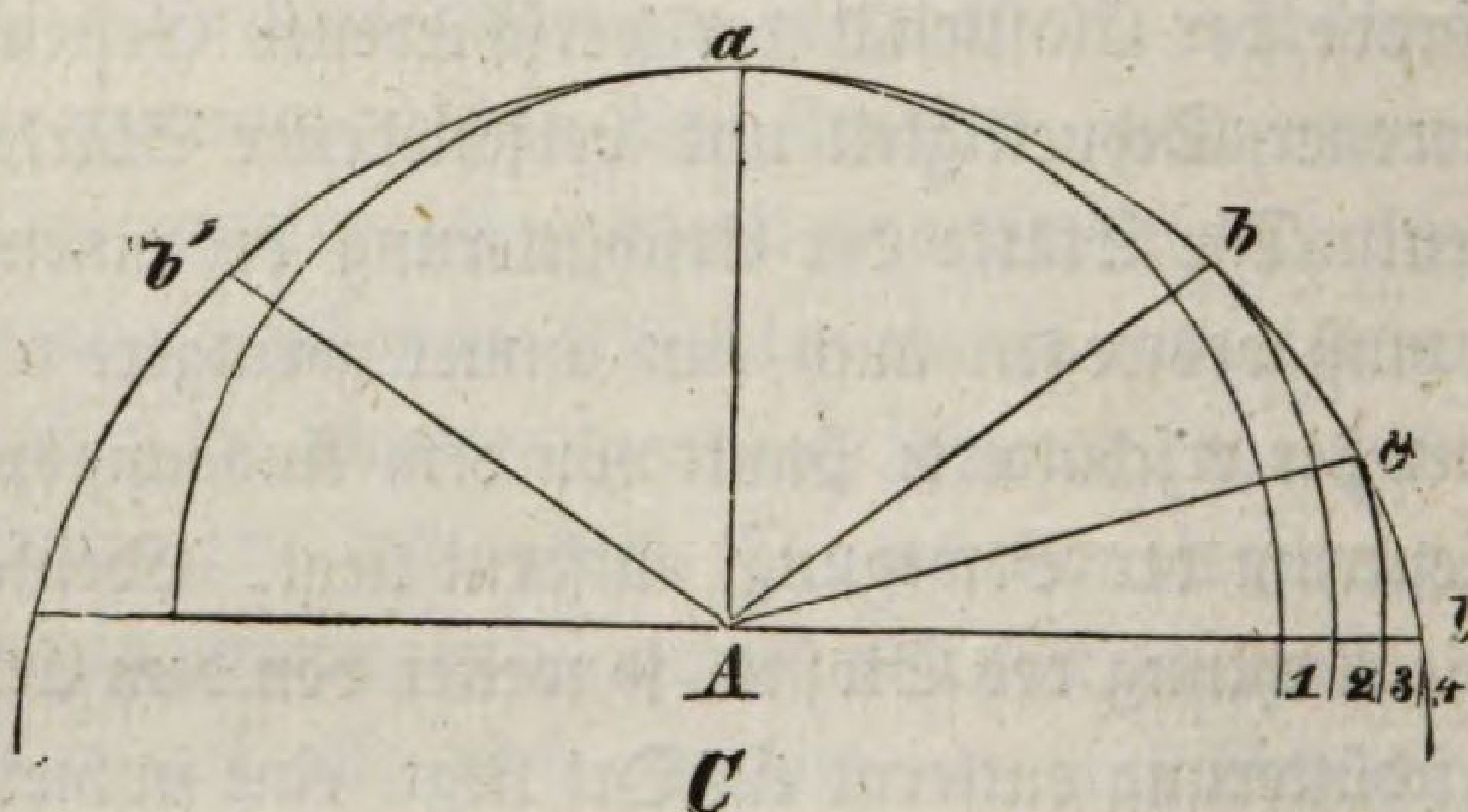


Fig. 33.

der Tiefe fortgepflanzt, würde sie sich an der Oberfläche um das Stück ab weiter verbreiten. Ziehen wir nun noch weitere Kreise mit Halbmessern, welche stets um dasselbe Stück 2—3, 3—4 größer werden, so sahen wir sofort, daß die Fortpflanzungsgeschwindigkeit an der Oberfläche stets eine ungleich größere sein muß, als in der Tiefe, indem sie an der Oberfläche zwischen 2 und 3 durch das Stück bc, zwischen 3 und 4 durch das Stück cd bestimmt wird. Zugleich sehen wir auch, daß die Fortpflanzung an der Oberfläche mit stets a b n e h m e n d e r Geschwindigkeit erfolgen müßte.

Hinsichtlich der Ausbreitung und der Stärke der Erdbeben können wir unserer Figur Folgendes entnehmen:

1) Die Ausbreitung würde in diesem Falle eine außerordentlich beträchtliche sein müssen; kleinere, auch nur auf etliche hundert g. Q.-Meilen beschränkte Erdbeben würden kaum beobachtet werden können, indem schon die Linien b A b′ einen Winkel von ca. 100° einschließen, die lineare Erstreckung eines solchen Erdbebens auch nur von b′ bis b′ 1500 g. Meilen betragen würde.

2) Was die Stärke des Stoßes an der Oberfläche anbelangt, so würde dieselbe zwischen a und b, b und c sehr wenig verschieden sein, die Heftigkeit würde sehr allmählich abnehmen, es wäre eine sehr bedeutende Wirkung auch bei a kaum zu erwarten.

Nehmen wir nun den anderen Fall an, daß der Sitz der Erschütterung nahe der Oberfläche liege, näher, als wir es bei diesem Maaßstabe der Figur zeichnen können,

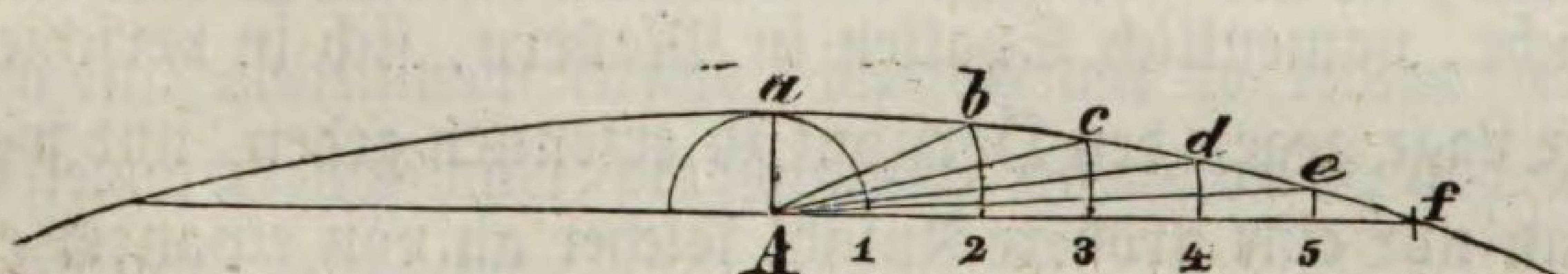


Fig. 34.

etwa in A, so sehen wir wieder sofort, daß dann die Erscheinungen an der Oberfläche sich ganz anders verhalten müssen, und zwar so, daß 1) die Fortpflanzungsgeschwindigkeit an der Oberfläche überall so ziemlich gleich bleibt und nicht merklich größer wird, als die der Elasticität der Gesteine entsprechende 1—2, 2—3, 3—4 u. s. f., 2) daß die Stärke auch an der Oberfläche sehr rasch abnehmen und die Richtung des Stoßes sich sehr rasch ändern muß

und 3) daß Erdbeben auch von nicht sehr großer Verbreitung wohl begreiflich sind.

Wir brauchen wohl nicht erst hervorzuheben, daß nur dieser zweite Fall allein mit den Beobachtungen übereinstimmt, daß also der Sitz der Erdbeben in verhältnißmäßig geringer Tiefe zu suchen ist.

Ein um die Feststellung der mechanischen Verhältnisse der Erdbeben sehr verdienter englischer Naturforscher, Mallet, hat selbst noch näher die Tiefe des Ausgangspunktes der Erschütterungen zu bestimmen gesucht, und zwar bei dem Erdbeben, welches 1857 Kalabrien heimsuchte. Betrachtet man die Fig. 34, so bemerkt man sofort, daß die Richtung des Stoßes nur bei a senkrecht ist, bei allen andern Punkten einen immer größeren Winkel mit der senkrechten Linie bildet, indem überall die Radien Ab, Ac, Ad u. s. f. die Richtung des Stoßes anzeigen. Darnach werden denn auch die Wirkungen an der Oberfläche, namentlich Spalten in Mauern, sich in verschiedener Lage gegen den Horizont zu erkennen geben, und wenn man nur eine größere Anzahl solcher an von einander entfernten Punkten untersuchen kann, wird es möglich sein, die Lage des Punktes A zu bestimmen. Für das Erdbeben von 1857 hat Mallet die Tiefe von $1^1/_2$ g. Meilen auf diese Weise gefunden, und weiter, daß der Ausgangspunkt eines Erdbebens nie tiefer als $7^1/_2$ g. Meile unter der Oberfläche angenommen werden könne.

Gehen wir nun nach dieser Beantwortung der Frage, wo der Sitz der Erdbeben zu suchen sei, an die, welche Kraft diese Erschütterungen des Bodens erzeugen, so finden wir drei so weit als möglich auseinander gehende und

auch gar nichts mit einander gemeinschaftlich habende Antworten auf diese Frage, die wir alle drei kurz erörtern wollen.

Die erste lautet: Durch Niedersinken großer Massen der festen Erdrinde wird beim Aufstoßen derselben in der Tiefe die Erschütterung erzeugt.

Die zweite geht dahin: Da die Erde größtentheils eine flüssige Masse ist, die nur mit einer verhältnißmäßig dünnen Rinde überzogen ist, so muß, gerade so wie das Meer, diese flüssige Masse Ebbe- und Fluthererscheinungen zeigen; die stärkeren Fluthen — die analog den Springfluthen des Meeres sind — erzeugen durch ihren Anstoß an die Rinde die Erdbeben.

Die dritte von den Vulkanisten gegebene Antwort heißt: Wie die Erscheinungen an den feuerspeienden Bergen, werden auch die Erdbeben von hoch gespannten Dämpfen und Gasen erzeugt, die in unterirdischen Hohlräumen erhitzt, ähnlich wie in einem verschlossenen Dampfkessel, die Erdrinde, gleichsam die Wände des Kessels, erschüttern.

Betrachten wir nun diese drei Erdbebentheorien, die für dieselben sprechenden Erscheinungen und die ihnen entgegenstehenden Schwierigkeiten etwas näher.

In der neueren Zeit haben Volger und Mohr die zuerst bezeichnete Erklärung der Erdbeben, die schon von Boussingault für die Erdbeben an dem Fuße der Anden angenommen wurde, wenn auch nicht vollständig in Uebereinstimmung mit einander, weiter entwickelt und zu begründen versucht. Nach diesen entstehen die Erdbeben, namentlich die größeren, dadurch, daß durch die atmosphä-

rischen Wasser in der Tiefe durch theilweises Auflösen der Gesteine größere oder kleinere Hohlräume entstehen, welche dann ein Niedersinken der oberen Massen erzeugen. „Bilden sich durch Auszehrung löslicher Schichten, sagt Volger*), Hohlräume unter dem Grunde der Thäler, so wird das überlagernde Gebirge durch die Spannung, mit welcher es auf die zur Seite des unterhöhlten Bezirkes liegenden Massen sich aufstützt, getragen, bis daß endlich die Spannung der Ausdehnung des Hohlraumes nicht mehr gewachsen ist. Nunmehr erfolgt eine plötzliche Senkung entweder ein Zusammenrutschen bei muldenförmiger Lagerung oder ein stoßweises Niederrucken der unterhöhlten Decke. Diese Bewegung bildet an der Oberfläche der Erde das Erdbeben. Ist die sich niedersetzende Gebirgsmasse sehr mächtig, so muß nicht allein an sich schon der in Bewegung gerathende Bezirk weit größer sein, als wo die Unterhöhlung in geringer Tiefe unter der Oberfläche stattfand, sondern die unermeßliche Wucht der niederruckenden Masse ertheilt auch der Grundlage einen Stoß, welcher die Starrheit des Felsgebäudes überwindet und dasselbe in wogende und ringsum auskreisende Wellenbewegung versetzt."

Diese Theorie geht zunächst von der nicht zu läugnenden Thatsache aus, daß jedes in die Tiefe dringende Wasser Theile der Gesteine auflöst und mit sich hinwegführt, daß also jedenfalls je nach der Löslichkeit der Gesteine bald rascher bald langsamer die Masse derselben verringert wird. Es ist ferner physikalisch ebenfalls unbestreitbar, daß jede sich bewegende Masse, welche auf eine andere

*) Volger, Erde und Ewigkeit S. 252.

ruhende aufstößt, dieselbe, wenn sie, wie dies bei allen unseren festen Gesteinen der Fall ist, elastisch ist, in Erschütterungen oder Schwingungen versetzt, deren Stärke abhängig ist von der Masse des stoßenden Körpers und von der Schnelligkeit der Bewegung, die er hatte, so daß, wenn eine Masse, etwa wie die des Montblanc, plötzlich niedersinken und auf ihre Unterlage aufstoßen würde, nothwendig eine sehr gewaltige Erschütterung, ein Erdbeben, erfolgen müßte. Von dieser Seite aus läßt sich gegen die Theorie nichts einwenden; sie ist vom physikalischen Standpunkte aus sehr wohl möglich, es fragt sich nur, ob in der Natur die Verhältnisse von der Art sind, wie sie diese Theorie voraussetzt, ob auch wirklich Erdbeben in dieser Weise entstehen. Da erheben sich aber die gewichtigsten Bedenken dagegen. Die Theorie erfordert namentlich zur Erklärung der stärkeren Erdbeben ein plötzliches Niederfallen, einen wirklichen Stoß gewaltiger Masse auf ihre Unterlage. Das ist aber für größere Massen ganz unmöglich. Denn es sind für diese unter den natürlichen Verhältnissen nur zwei Fälle möglich, entweder sie finden sich so zwischen anderen eingekeilt, wie die Steine eines Brückenbogens, dann dürfen sie noch so sehr unterwaschen sein, sie können nicht niedersinken, oder sie werden nicht von den seitlichen Massen getragen, die einzelnen Theile der Masse sind durch die nie fehlenden Spalten und Klüfte so getrennt, daß sie fallen können, wenn ihre Unterlage weggenommen wird, so kann es auch in diesem Falle nie zu einem plötzlichen Niederfallen kommen, weil die Unterlage nicht auf einmal weggenommen, sondern äußerst langsam und allmählich von

dem Wasser weggespült wird und in demselben Grade die oben liegenden Schichten nachrücken müssen. Ein Beispiel mag diesen Vorgang veranschaulichen. Denken wir uns einen schweren Felsblock auf einer Eisscholle liegend und diese schmilzt allmählich zusammen. In diesem Falle wird der Block nie einen Stoß auf der Unterlage, der Eisscholle, erzeugen können, ebenso wenig kann eine auch noch so schwere Gebirgsmasse einen solchen hervorbringen, wenn sie auch durch Wegnahme ihrer Unterlage sich senken kann, so wie dieses Wegnehmen sehr langsam und allmählich vor sich geht, wie dies nothwendig bei der „Auszehrung löslicher Schichten" der Fall sein muß.

Dazu kommt noch Folgendes: Nach Volger ist jedes Erdbeben Folge einer Senkung, eine Hebung des Theiles, unter welchem das Centrum der Erschütterung liegt, ist nach seiner Theorie absolut unmöglich und gar nicht mit ihr zu vereinigen. Wir müßten also alle Berichte über Hebungen durch Erdbeben für falsch und unrichtig erklären und annehmen, daß Alle, welche solche beobachtet haben, sich gröblich getäuscht haben. Und diese Konsequenz reicht schon hin, diese erste Theorie als vollständig ungeeignet hinzustellen, eine befriedigende Erklärung für das Phänomen der Erdbeben zu geben. Doch soll damit durchaus nicht gesagt sein, daß nicht hie und da kleinere Erschütterungen der Erde von Einstürzen der Decken in Höhlungen oder ähnlichen Vorgängen erzeugt würden. Auch das soll hier noch erwähnt werden, daß diese Theorie uns zwingt, den Sitz der Erdbeben ganz nahe an die Oberfläche der Erde zu versetzen. Besehen wir nehmlich unsere Quellen hinsichtlich ihrer Temperatur, so bemerken wir, daß sie

mit verschwindenden Ausnahmen nicht aus größerer Tiefe kommen können, weil sie in weitaus überwiegender Mehrzahl keine merklich höhere Temperatur besitzen, als die mittlere Jahrestemperatur des Ortes, an dem sie entspringen. Da nun überall die Temperatur mit der Tiefe zunimmt, beiläufig auf 110 Fuß um 1° C., so würde eine auch nur 1100 Fuß unter die Oberfläche hinabgedrungene Wassermasse schon eine um 10° höhere Temperatur haben, als die mittlere Jahrestemperatur. Die Bestandtheile der kalten, d. h. also fast aller Quellen können daher auch nur aus der obersten Rinde genommen sein und es konnte daher auch nirgends eine sehr dicke Schichte zum Niedersinken durch die Auszehrung von den Quellen gebracht werden. Auf Beobachtungen gegründete Berechnungen, wie die rein theoretischen, die wir oben entwickelten, ergeben aber für die einigermaßen stärkeren Erdbeben einen Sitz von mehr als Meilentiefe, so daß auch in dieser Beziehung diese erste Erdbebentheorie nicht den Verhältnissen in der Natur entspricht.

Der zweiten Theorie nach, die ebenfalls früher schon, wenn auch nur andeutungsweise und nicht consequent durchgeführt, von Perrey ausgesprochen wurde, werden die Erdbeben durch die Fluthwelle erzeugt, welche die flüssige Erdmasse wie das Meer an seiner Oberfläche durch die Anziehungskraft der Sonne und des Mondes entweder wirklich erzeugt, wenn Raum dazu vorhanden ist, oder zu erzeugen strebt, wenn die Erdrinde fest dem flüssigen Erdkerne sich anschließt und keine Zwischenräume läßt. Sie ist in der jüngsten Zeit von R. Falb in einer besonderen

Schrift*) ausführlich entwickelt worden. Der Verfasser geht von den beiden ebenfalls unumstößlichen Thatsachen aus, daß Sonne und Mond eine anziehende Wirkung auf die flüssige Erdmasse ausüben müssen, also wenn die Rinde nicht vorhanden wäre, eine Ebbe und Fluth erzeugen würden, und daß die Fluthhöhe auch im Meere abhängig ist von der Tiefe des Meeres. Je tiefer dasselbe, desto höher wird die Fluth anschwellen. Da nun der flüssige Erdkern gleichsam ein Meer von beiläufig 1700 g. Meilen Dicke darstellt, so müßte auch die Fluth eine ganz ungemeine Höhe erreichen. Wenn nun auch die Erdrinde der flüssigen Masse sich anschließt, so muß doch das Bestreben derselben, der Anziehung des Mondes und der Sonne zu folgen, als ein starker Druck von unten nach oben auf die feste Erdrinde sich zu erkennen geben. Dieser Druck wechselt aber wie die Stellung des Mondes und der Erde beständig seine Stelle, wie die Fluthwelle im Meere, er kreist beständig um die Erde und wechselt sowohl hinsichtlich seiner Lage, wie seiner Stärke nach mit dem stetigen Wechsel der Lage von Sonne, Mond und Erde gegen einander, indem die beiden erstgenannten der Erde bald näher, bald ferner sind, bald nach derselben Seite hin wirken (Springfluthen), bald sich entgegenwirken, so daß dadurch eine ungemein große Verschiedenheit und Mannichfaltigkeit in dem Effekte der beiden Himmelskörper entsteht. Diese Verschiedenheit wird noch gesteigert durch die jedenfalls in der Erdrinde selbst auch vorhandene Un-

---

*) Falb, Grundzüge zu einer Theorie der Erdbeben und Vulkanausbrüche.

gleichheit der Zusammensetzung, der Dicke, Schwere und Festigkeit.

Diese letzteren Verhältnisse sollen es nun nach Falb bedingen, daß nicht täglich zweimal wie die Meeresfluth auch überall zu beiden Seiten des Aequators Erdbeben entstehen, überhaupt so mancherlei Unregelmäßigkeiten auch in der Zeit des Eintretens derselben sich zeigen. — Falb hat es sich vorbehalten, in genauerer, streng mathematischer Form diese bis jetzt nur in populärer Darstellung gegebene Theorie weiter zu entwickeln. Ob sich jedoch dadurch die großen Bedenken, welche sich gegen dieselbe erheben, entkräften lassen, erscheint noch zweifelhaft. Was zunächst das Eintreten eines Erdbebens betrifft, als eines von unten nach oben gerichteten heftigen Stoßes, so ist dasselbe überall da nicht begreiflich, wo die Erdrinde unmittelbar dem flüssigen Kerne sich anschließt. Hier kann die Anziehungskraft von Sonne und Mond auf den flüssigen Inhalt des Innern nicht einen Stoß, sondern nur einen Druck nach oben erzeugen, Veranlassung zu einer Erschütterung ist nicht gegeben. Wo aber ein Hohlraum zwischen der Rinde und dem flüssigen Inhalte sich befindet, da kann allerdings eine wirkliche Fluthwelle entstehen und diese als ein gewaltiger Stoß empfunden werden. Wo das aber der Fall ist, wo eine solche Beschaffenheit der Erdrinde sich findet, müßte jeden Tag zweimal, so sicher wie die Fluth des Mondes, ein Erdbeben, wenn auch von ungleicher Stärke, eintreten. Eine solche Regelmäßigkeit derselben findet sich aber nirgends auf der ganzen Erde. Falb gibt zwar an, daß bei sehr günstigen Umständen, d. h. wenn die anziehenden Kräfte von Sonne und Mond am

stärksten und besten zusammenwirken, wenn dadurch nun der Widerstand der Erdrinde überwunden ist, die Erschütterungen in der That dann häufiger wiederkehren: „Die Häufigkeit der Erderschütterungen steht im directen Verhältnisse zur Stärke derselben“, aber er ist uns die Erklärung schuldig geblieben, wie es möglich sei, daß nach einem sehr heftigen Stoße eine so außerordentlich große Anzahl im Verlauf von 24 Stunden stattfinden könne, in welcher Zeit doch nur zweimal Fluth eintreten kann, wie in dem von ihm selbst angeführten Beispiele des Erdbebens von Lima 1846, bei welchem in 24 Stunden gegen 200 sehr heftige Stöße verspürt wurden. Wenn sich nun auch der auffallende Mangel an Regelmäßigkeit und Gesetzmäßigkeit im Eintreten einer Erscheinung, die von einer höchst regelmäßig wiederkehrenden, nur hinsichtlich der Stärke wechselnden Ursache abhängig gemacht wird, damit erklären läßt, daß eben dieser Wechsel in der Stärke die ganze Erscheinung bald nicht zum Eintritt kommen lasse, bald wieder sehr stark, so kann doch damit der Umstand nicht erklärt werden, daß diese Unregelmäßigkeit im Eintreten der Erdbeben nicht eine andere Regel einhalte. Bekanntlich kehren nach dem s. g. Mondcyclus, d. h. nach je 19 Jahren, die gegenseitigen Stellungen von Sonne, Mond und Erde genau wieder. Man ist daher berechtigt, zu erwarten, daß sich diese Periode auch in dem Auftreten der Erdbeben zu erkennen gebe. Es ist aber trotzdem, daß vielfach nach Perioden im Auftreten von Erdbeben gesucht wurde, nichts von einer solchen Periodizität bekannt geworden. Gerade die stärksten Erdbeben ein und derselben Stelle der Erde lassen sie durchaus nicht erkennen. Wir müssen da-

her auch diese Theorie über die Ursache der Erdbeben vorläufig als den Erscheinungen in der Natur nicht entsprechend bezeichnen.

Die dritte und letzte ist die s. g. vulkanistische oder plutonistische Theorie. Nach derselben sind die Erdbeben ähnlich den Eruptionen der Vulkane, erzeugt durch die Hitze der in der Tiefe vorhandenen Dämpfe und Gase, namentlich der Wasserdämpfe. Wenn Wasser in die Tiefe dringt und hier in Berührung mit den glühendheißen Massen sich in Dampf verwandelt, entständen durch das Bestreben desselben, sich auszudehnen und die Wände des unterirdischen Kessels zu beseitigen, die heftigen Erschütterungen, welche wir als Erdbeben wahrnehmen. Wir haben schon oben bei der Besprechung der Erscheinungen an den Vulkanen die Thatsache erwähnt, daß fast ohne Ausnahme die vulkanischen Eruptionen durch mehr oder weniger heftige Erdbeben eingeleitet werden, die in keiner Weise von den in anderen Gegenden ferne von Vulkanen auftretenden Erdbeben verschieden sind. Dieselben Erschütterungen und Bewegungen des Erdbodens, dieselben Wirkungen auf die Erdrinde, Spalten, Hebungen und Senkungen, finden sich auch bei ihnen. Sie hören in der Regel auf, wenn der Krater geöffnet ist und eben die Wasserdämpfe in so ungeheuerer Masse demselben entströmen. Sollten diese offenbar während der Eruption hervorbrechenden glühendheißen Dampfmassen, die ganze Felsen mit sich fortreißen, keine Wirkung haben, so lange sie in der Erde eingeschlossen sind?

Man hat daher nicht angestanden, auch die Erdbeben, die ohne Vulkanausbrüche auftreten, doch auf die-

selben Ursachen zurückzuführen und auch außerdem eine Reihe von Erscheinungen angeführt, welche den Zusammenhang zwischen Erdbeben und Vulkanen darthun sollten. Dahin gehört vor Allem die Beobachtung, daß, rein geographisch beobachtet, die Erdbeben am häufigsten sind, wo sich auch Vulkane finden. So ist es Süd-Amerika's Westküste, Italien, die Antillen und Sunda-Inseln, wo die gewaltigsten Erdbeben, aber auch die meisten Vulkane sich finden. Als weitere Thatsache, die für die Verwandtschaft der Grundursache der Vulkanausbrüche und Erdbeben sprechen soll, hat man die aufgeführt, daß eben in den Gegenden, wo beide Erscheinungen häufiger auftreten, dieselben nicht zusammen vorkommen, in den Gegenden, wo viele Vulkane sich befinden, die Dämpfe und Gase ausstoßen, die Erdbeben sehr selten sind, während ihnen benachbarte, aber nicht mit Vulkanen versehene, von sonst gleicher Beschaffenheit, häufig davon heimgesucht werden.

Aber alle diese für die Verwandtschaft beider Erscheinungen angeführten Verhältnisse und Thatsachen, ebenso wie die hie und da beobachtete oder angegebene Theilnahme der Vulkane an Erdbeben, die sich als plötzliche Thätigkeitseinstellung oder auch als Beginn derselben geäußert haben soll, haben durchaus nichts dazu Zwingendes, diese Verwandtschaft anzunehmen. Alle diese Erscheinungen können eben so gut zufällig neben einander hergehen, sie fehlen auch zu oft, zeigen zu wenig Regelmäßigkeit ihres Zusammenfallens, als daß man auf sie ein großes Gewicht legen könnte.

Hinsichtlich der näheren Angaben, wie die Dämpfe und Gase entstehen, welche die Erdrinde erschüttern sollen, ja ob sie allein oder zunächst es sind, welche den ersten

Anstoß von unten erzeugen oder ob nicht ein Anprallen des flüssigen Erdkernes an die Rinde, ähnlich wie es Falb durch die Attraction von Sonne und Mond entstehen läßt, die Erschütterung hervorruft, oder selbst ein ruckweises Einsinken durch die Abkühlung der Rinde, die dadurch jedenfalls eine Spannung erleidet (Dana), darüber gehen die Ansichten der Vulkanisten noch sehr auseinander. Nach manchen wird dieses Wogen des flüssigen Erdinhaltes nur durch den Druck sich entwickelnder Dämpfe und starke Gase auf denselben erzeugt, nach anderen wieder sind es neben diesen Vorgängen Senkungen einzelner Theile der Erdrinde, welche dieses Fluthen erzeugten, das sich dann an anderen Stellen als Erdbeben zu erkennen gäbe. Gegen diese letztere Meinung läßt sich aber genau dasselbe vorbringen, wie gegen die Ansicht Volger's. Ein plötzliches Niedersinken ist kaum denkbar, also auch kein plötzliches Anprallen des flüssigen Erdinhaltes an einer andern Stelle, welches ein Erdbeben erzeugen könnte. Die Erscheinungen bei allen Erdbeben zeigen auf das deutlichste, daß sie urplötzlich eintreten, als ein sehr heftiger Stoß von unten nach oben empfunden werden, wir müssen daher auch nothwendig eine plötzlich und momentan wirkende Kraftäußerung für dieselbe annehmen, wir wir sie erhalten, wenn wir uns vorstellen, daß Dämpfe und Gase von hohem Hitzegrade entweder sehr rasch sich entwickeln oder ein ihnen entgegenstehendes Hinderniß plötzlich überwältigen, auf diese Weise direct die oberen Erdschichten erschüttern oder ein heftiges Fluthen und Anstoßen des flüssigen Erdkernes vermitteln.

Da wir, wie schon öfter erwähnt wurde, bis jetzt

nicht im Stande sind, uns genauere Kenntniß von der Dicke der Erdrinde und der Anordnung und Beschaffenheit der Gesteine in der Tiefe zu verschaffen, so lassen sich höchstens Vermuthungen über die Art und Weise anstellen, wie diese Vorgänge in der Tiefe vermittelt werden. Wir kommen damit zugleich zu dem Haupteinwande, den man gegen die plutonistische Theorie erhoben hat, nehmlich dem: Wie es möglich sei, daß Wasser in die heiße Tiefe gelangen und sich hier in Dämpfe verwandeln oder selbst zersetzen und in seine beiden Gase, Sauerstoff und Wasserstoff auseinander gehen könne. „In der That, fragt Volger, ist es denn denkbar, daß Wasser tiefer in den Erdboden eindringe, als bis zu dem Punkte, wo die Spannkraft des Dampfes dem Drucke des Wassers gewachsen ist? — ist es denn denkbar, in eine glühende Kugel Wasser zu infiltriren?"

In der Weise allerdings nicht, wie es sich Volger gedacht hat. Von einem Infiltriren, d. h. von einem gleichmäßigen stetigen Hinabdringen des Wassers in den feinen Spalten der Erde bis zur glühenden Masse kann nicht die Rede sein, aber unseres Wissens hat das auch Niemand behauptet. Es ist aber gewiß sehr wohl möglich und denkbar, daß Wasser aus einer Tiefe, wo es noch als flüssiges Wasser bestehen kann, durch eine Kluft rasch hinabstürzt auf eine glühende oder wenigstens sehr heiße Masse und sich hier in Dampf verwandelt oder selbst zersetzt, und daß derartige Vorgänge auf mancherlei Weise sich in der Erde vereinigen können, ist ganz unbestreitbar. Es fehlt ja nicht an Spalten und Klüften, an großen und kleinen Hohlräumen, die mit Wasser gefüllt sind und sich in die Tiefe

entleeren können. Die Möglichkeit läßt sich also durchaus nicht bezweifeln, daß Wasser in das heiße Innere gelange. Es ist allerdings nöthig, ferner anzunehmen, daß dazu besondere Umstände zusammenwirken müssen; aber eben das vollständige Fehlen der vulkanischen Erscheinungen in vielen Ländern, das seltene Auftreten derselben da, wo sie überhaupt zum Vorschein kommen, stimmt mit einer solchen Annahme wohl überein. Würden solche ganz besondere Umstände nicht nöthig sein, so würden die vulkanischen Erscheinungen auch überall eintreten müssen und unmöglich weiten Strecken der Erde vollständig fehlen.

Man hat ferner den Einwand gemacht, die Kraft des Dampfes reiche nicht hin, um ganze Stücken der Erdrinde in die Höhe zu heben, allein auch dieser Einwand ist nicht von so großem Gewichte, als es von den Gegnern der vulkanischen Theorie behauptet wird. Zunächst ist hier zu erwähnen, daß wir über die Gewalt des Dampfes nur bis zu einem verhältnißmäßig niedrigen Grade der Erhitzung sichere, auf Beobachtungen beruhende Rechnungen besitzen, die nicht weiter als bis zu einem Drucke von $23\frac{1}{2}$ Atmosphären gehen. Wie sich bei Hitzegraden zwischen 1000 und 2000° der Dampf verhalte, ob hier nicht nothwendig stets eine Zersetzung des Wassers, somit eine Bildung der ganz anderen Gesetzen der Spannung folgenden permanenten Gase, Sauerstoff und Wasserstoff, eintrete, wissen wir nicht. Es läßt sich weder beweisen, daß es so sein muß, noch daß es nicht so sein könne. Je nach dem Geschmacke muß man allerdings dem einen erlauben, zu sagen, ich glaube, daß es so sei, und dem anderen, ich halte es für unmöglich. Bei dem gegenwärtigen Stand-

punkte unseres Wissens ist daher dieser letzte Einwurf von keiner Bedeutung.

Ueberhaupt muß daran erinnert werden, daß mit dem Nachweis der Möglichkeit, daß eine Erscheinung in dieser oder jener Weise eintreten könne, nicht auch die Wirklichkeit oder Nothwendigkeit derselben erwiesen sei. Dieses letztere kann nur, wo es sich um natürliche Vorgänge handelt, durch weitere Thatsachen oder Beobachtungen geschehen. So werden wir auch bei den Erdbeben uns nach solchen umzusehen haben. Fragen wir nun, ob derartige Thatsachen vorliegen, so können wir anführen, daß bei manchen Erdbeben in der That das Aufsteigen von Dämpfen und Gasen, selbst von Flammen beobachtet worden ist. Sowohl bei dem Erdbeben im Mississippi-Thale 1812, wie bei mehreren Erdbeben in Kalabrien, in Cumana 1797, bei vielen südamerikanischen Erdbeben wurden solche Erscheinungen wahrgenommen. Auch bei dem großen Lissaboner Erdbeben war diese Erscheinung sehr auffallend. Der Hamburgische Konsul Stoqueler schreibt, daß er von den Bergen eine Flamme sich habe erheben sehen und daß sich aus einem der Hügel eine große Menge Rauches erhoben habe, die mit der Zunahme des unterirdischen Geräusches ebenfalls zunahm und bis zum Nachmittag des 2. November anhaltend hervorbrach.

Nachdem das Erdbeben vorüber war, untersuchte er die Stelle genauer, konnte aber keine Spur eines Brandes oder sonst ein Zeichen erblicken, welches das Hervorbrechen desselben bezeichnet hätte. Wie oft mögen solche Erscheinungen übersehen worden sein in der Angst und dem Entsetzen, das jedes Erdbeben erregt, wie oft mögen sie ver-

deckt worden sein durch den Staub, den einstürzende Häuser und die Erschütterung des Bodens erzeugt. Freilich liegt auch hier wieder die Gefahr nahe, daß solche Staubwolken mit Rauch und Dampf verwechselt werden. Doch liegen hinreichend zuverlässige Beobachtungen vor, bei denen an eine solche Verwechselung nicht zu denken ist.

Es geht wohl aus Allem, was wir bisher über die Ursache der Erdbeben mitgetheilt haben, hervor, daß uns diese Erscheinung noch viel Räthselhaftes darbietet. Keine der bisher vorgebrachten Erklärungen befriedigt vollkommen, gegen jede erheben sich Bedenken, die sich bis jetzt entweder gar nicht oder nicht vollständig beseitigen lassen. Es muß daher Jedem überlassen werden, sich die ihm am meisten zusagende auszusuchen oder auch zu warten, bis etwa später eine vollkommen befriedigende aufgefunden wird.

Für eine Erscheinung haben wir jedoch noch kurz die Ursache zu besprechen, die mit den Erdbeben im innigsten Zusammenhange steht, nehmlich für die so merkwürdige Bewegung des Meeres bei den Erdbeben. Wir haben dieselbe oben ausführlicher besprochen und können uns daher auf obige Schilderung zurückbeziehen. Als das wesentliche davon erkennen wir

1) ein ungemein heftiges Anschwellen des Meeres und

2) ein ebenso starkes Zurückziehen desselben. Beides erfolgt, nachdem die Erschütterung des Bodens vorhergegangen ist.

Auch für diese Erscheinungen sind verschiedene Erklärungen gegeben worden, sie kommen aber im Grunde nur auf zwei verschiedene Ansichten hinaus. Nach der einen ist die Bewegung dem Wasser nur durch die Er-

schütterung des Bodens unter ihm mitgetheilt, nach der andern liegt im Wasser selbst die Ursache der Bewegung insofern, als es durch Einsinken eines Theiles des Meeresgrundes zu einem heftigen Nachsinken veranlaßt wird. Man hat selbst dieses Einsinken des Meeresgrundes als die Ursache des Erdbebens angesehen, z. B. Mohr. Die letztere Meinung führt nothwendig zu der Annahme, daß der Sitz der Erschütterung immer in einiger Entfernung von den Küsten im Meere zu suchen sei und daß jedes Mal zuerst ein Zurückweichen des Meeres von dem Ufer stattfinden müsse. Dem widersprechen aber die Erscheinungen auf das Allerentschiedenste. Gerade bei dem letzten eben geschilderten großen Erdbeben in Peru, das ein so außerordentlich heftiges und weit verbreitetes Beben des Meeres zur Folge hatte, wird ausdrücklich von mehreren und darunter von einem der dem Erschütterungscentrum am nächsten liegenden Orte, von Arica, bemerkt, daß die erste Bewegung des Meeres ein Steigen desselben gewesen sei. Wenn nun auch von anderen Orten als das erste am Meere bemerkbare Zeichen ein Zurückweichen desselben wahrgenommen wurde, so geht doch daraus entschieden hervor, daß dieses Zurückweichen nicht immer das erste sei, wie es jener Theorie nach sein müßte. Daß es selbst da, wo es als das erste beobachtet wird, nicht von der Erniedrigung des Wasserspiegels durch Senkung des Grundes bedingt sein könne, das geht schon aus der ungeheueren Entfernung hervor, bis zu welcher jenes Sinken beobachtet wird. Wie aus der S. 250 gegebenen Schilderung zu entnehmen ist, war auf Neu-Seeland die erste Bewegung des Wassers ein Sinken. Wollte man nun

annehmen, daß durch eine Senkung des Meeresgrundes an der Peruanischen Küste dieses Weggehen des Wassers erzeugt worden wäre, so müßte man annehmen, daß die ganze Wassermasse von dem Erschütterungsmittelpunkte bis Neu-Seeland zu dieser Senkung herbeigeströmt sei und zwar mit der oben gefundenen Geschwindigkeit von beiläufig 600 Fuß in der Secunde, was natürlich ganz unmöglich und unsinnig wäre.

Wir müssen uns daher für so weit sich verbreitende Meeresbeben nach einer andern Ursache umsehen und die bietet uns ganz naturgemäß die andere Ansicht, nach welcher durch die Erschütterung des Meeresgrundes durch die Erdbebenwelle unter ihm ein so heftiges Wallen desselben erzeugt wird, daß sich dieses dann als Fluthwelle, der natürlich eine Ebbe folgen muß, auf die größten Entfernungen fortpflanzen kann. Bekannt ist es ja, daß die leichteste Erschütterung des Bodens, die wir sonst in keiner Weise wahrzunehmen im Stande sind, sehr deutlich an den kleinen Wellen erkannt werden, welche sich in einem ruhig dastehenden Gefäße mit Wasser bilden. Jeder kann sich durch den Versuch überzeugen, daß wenn Jemand in einem durch zwei oder drei andere Räume von dem Beobachtungsorte, an dem ein Glas mit Wasser aufgestellt ist, getrennten Zimmer nur einige Schritte macht, dies sofort durch Bewegungen des Wassers angezeigt wird. Dies kann uns deutlich machen, warum die Bewegungen des Meeres bei Erdbeben so gewaltig sind. Um sich die Kraft dieser Erschütterungen zu vergegenwärtigen, darf man sich nur an die Wirkungen eines solchen Erdbebens, wie das Kalabrische, schon auf den festen Boden erinnern; daß da-

durch das flüssige, bewegliche Element in den gewaltigsten Aufruhr versetzt werde, bedarf dann keiner Erklärung. Ebenso mag das Verhalten des Wassers, auf das wir schon oben S. 253 hingewiesen haben, uns erklären, wie die Bewegungen in demselben sich viel weiter fortpflanzen, als die durch das Gefühl wahrnehmbaren Erschütterungen des Bodens.

Noch eine Art von Erscheinungen der Erdbeben bleibt uns zu erörtern übrig, das sind die Senkungen und Hebungen des Bodens. In den letzteren sehen wir deutlich, daß es eine von unten nach oben drängende Kraft ist, welche in den Erdbeben sich äußert. Die Thatsache jedoch, daß nicht jedes, ja nur die wenigsten Erdbeben eine bleibende Niveau-Veränderung erzeugen, führt uns darauf, daß noch andere Verhältnisse hier wirksam sein oder wenigstens noch besondere Umstände hinzutreten müssen, um eine bleibende Senkung oder Hebung zu erzeugen. Dies geht auch noch daraus hervor, daß wir Hebungen und Senkungen in großartigem Maßstabe auch ohne alle Erdbeben eintreten sehen. Diese und ihre Ursachen zu besprechen, soll die Aufgabe des nächsten Abschnittes sein.

III.

Hebungen und Senkungen des Bodens.

Erstes Kapitel.

Hebungen von Küsten und Ländern.

Wir haben schon im vorigen Abschnitte bei den Erdbeben plötzlich und mit einem Rucke eintretende Hebungen des Bodens von verschiedenen Punkten der Erdoberfläche, namentlich von den Küsten Süd-Amerika's, kennen gelernt. Wir hatten vorher auch die Zeichen besprochen, welche uns eine Hebung oder Senkung des Landes zu erkennen geben und wie deren nähere Betrachtung uns bestimmen lasse, ob eine derartige Veränderung mit einem Male erfolgt sei oder nicht. Alle diese Zeichen werden jedoch schwächer und undeutlicher, je länger der Zeitraum ist, welcher zwischen der Hebung und der Untersuchung der Zeichen für dieselbe verflossen ist, so daß wir in vielen Fällen uns begnügen müssen, wenn wir eine Hebung überhaupt noch nachweisen können. Es liegt nun freilich der Gedanke am nächsten, daß die Hebung ruckweise erfolgt sei, wenn wir sie in solchen Gegenden beobachten, in denen neuerdings derartige vorgekommen sind. Genauere Unter-

suchungen anderer Küsten ergaben jedoch auch das für die Geschichte der Erde höchst bedeutungsvolle Resultat, daß noch gegenwärtig, unmerklich und anhaltend, ohne alle gewaltsamen Bewegungen des Bodens ausgedehnte Landstriche sich erheben und über das Meer emporsteigen. Das erste Beispiel der Art, welches bekannt wurde, bezeichnet einen merkwürdigen Wendepunkt in der Geschichte der Geologie; die vulkanistische Hebungstheorie verdankt ihren Ursprung wesentlich der Untersuchung dieses Beispieles durch L. v. Buch, welches die skandinavische Halbinsel lieferte. Keines unter allen ist so vielfach untersucht, bestritten und besprochen worden, als dieses, das bis in die neuesten Zeiten stets neuer Prüfung durch neue Naturforscher unterworfen wurde. Schon vor fast 130 Jahren (1743) machte der durch seine Thermometerskala Jedem bekannte schwedische Naturforscher Celsius Erscheinungen bekannt, aus denen hervorzugehen schien, daß die Ostsee an den Küsten Skandinaviens sinke. Nach Berechnungen, die er anstellte, sollte dieses Sinken des Wasserspiegels in einem Jahrhundert 45 Zoll betragen. Er glaubte auch diese Erscheinung durch eine wirkliche Abnahme des Wassers der Ostsee erklären zu können, eine Annahme, die allerdings damals, wo noch kein Beispiel einer Hebung irgend eines Landes in historischer Zeit vorlag, die nächstliegende war. Zu Anfang dieses Jahrhunderts wendete L. v. Buch bei einer Reise durch Schweden und Lappland seine Aufmerksamkeit auch dieser Erscheinung zu und fand dabei, daß die Erklärung von Celsius durchaus mit den Thatsachen an verschiedenen Orten der Küste nicht in Einklang zu bringen sei, daß diese vielmehr eine Hebung des

Landes bei unverändertem Stande des Wasserspiegels bezeugten, und sprach diese Meinung im Jahre 1807 öffentlich aus. Daß dieselbe sofort lebhaften Widerspruch fand, ist wohl nicht zu verwundern. Um nun genaue Anhaltspunkte für eine spätere sichere Beantwortung der Frage: bewegt sich das Land oder das Wasser? zu haben, wurden nun an besonders günstig gelegenen Orten Zeichen in die Felsen am Ufer eingehauen. Als sie nun 1820 und 1821 genau revidirt wurden, zeigte sich schon ganz deutlich, daß sie über dem Wasser sich befanden. Der Umstand, der schon L. v. Buch darauf geführt hatte, eine Bewegung des Landes und nicht ein Sinken des Wasserspiegels anzunehmen, zeigte sich auch jetzt in aller Schärfe, nehmlich daß diese Bewegung an verschiedenen Stellen ungleich sei, an der einen stärker, an der andern schwächer, an der Südspitze von Schweden gab sich sogar eine Senkung des Landes zu erkennen. Ein solches Verhalten des Spiegels einer zusammenhängenden Wassermasse ist natürlich ganz undenkbar und allen hydrostatischen Gesetzen widersprechend.

Trotzdem auf diese Weise die Angabe L. v. Buch's vollständig gerechtfertigt dastand, unterdessen auch die Hebungen an der Küste Chili's bekannt geworden waren, gab es doch noch viele Geologen, welche diese Theorie verwarfen und mit der alten Celsius'schen die fraglichen Erscheinungen zurechtlegen zu können hofften. Unter diesen war auch der berühmte englische Geologe Lyell. Derselbe besuchte nun selbst als Gegner der Erklärung v. Buch's Schweden und Norwegen und kam als ein entschiedener Anhänger derselben zurück. Noch kein Geologe, der jene Gegenden

besuchte, hat eine andere Ansicht zurückgebracht. Viele haben seitdem noch sowohl die Küsten der Ostsee wie der Nordsee Skandinaviens untersucht, alle haben die Richtigkeit der Theorie v. Buch's anerkannt und zum Theile sehr wichtige Beobachtungen gemacht, welche für dieselbe so wie für den bedeutenden Betrag dieser Hebung in unserer jetzigen Schöpfungsperiode sprechen. So hat man Ablagerungen von Muscheln, wie sie noch jetzt in der Nordsee an jenen Küsten leben, bis zu fast 600 Fuß Höhe über dem jetzigen Wasserspiegel aufgefunden. Wir wollen nur noch eine dieser Beobachtungen hier anführen, welche ganz entschieden die Bewegung des Landes nachweist; sie wurde von Bravais im Altenfjorde bei Hammerfest gemacht. Auf dieser weit in das Land eingreifenden Bucht lassen sich auf 16—18 Seemeilen zwei alte Strandlinien über dem jetzigen Meeresspiegel verfolgen. Sie erscheinen dem Auge parallel und horizontal, wo man sie auch beobachtet, aber eine genaue Messung ihres Abstandes von einander und von dem jetzigen Meeresspiegel zeigt, daß sie eine ziemliche Neigung gegen denselben haben.

Die drei Reihen A B C geben den Abstand der zwei Linien von dem jetzigen Meeresspiegel und zwar A am Anfang der Bucht, B in der Mitte, C am Ende derselben im Lande, in Metern

A	B	C
$28,_6$	$51,_8$	$67,_4$
$14,_1$	$20,_5$	$27,_7$

Für die untere Linie ergibt sich demnach eine Differenz in der Lage gegen den jetzigen Meeresspiegel zwischen Anfang und Ende von $13,_6$ Metern oder 41 Fuß, bei der zweiten

selbst von fast 40 Metern oder ca. 124 Fuß. Wäre wirklich das Land fest geblieben, so müßte man annehmen, daß der Wasserspiegel in früheren Zeiten eine schiefe Ebene mit einer Neigung von 124 Fuß auf 18 Seemeilen oder von 1 auf 840 Fuß gebildet habe, während die Neigung unserer Flüsse selbst bei raschem Laufe oft nur 1 auf 1000 beträgt. Der Inn z. B. hat zwischen Rosenheim und der Donau 1 auf 1400, ebenso die Donau von Ulm bis Donauwörth 1 auf 1400.

Seitdem sind nun die Beweise von Hebungen der Länder an den verschiedensten Meeren nachgewiesen worden. Zunächst in der Nachbarschaft Skandinaviens auf Spitzbergen, wo sich ebenfalls Muschelablagerungen jetzt lebender Arten 120 Fuß über dem Strande finden. An der Nordküste Rußlands und Sibiriens sind bis zu 45 g. Meilen landeinwärts und bis 150 Fuß über dem jetzigen Meeresspiegel eben dergleichen Anhäufungen von Meerthieren aufgefunden worden. Auf einer der am weitesten nördlich gelegenen, je von Menschen erreichten Inseln des amerikanischen Eismeeres, auf der Prince Patrick-Insel (75—77° nördl. Br. und 98—108° westl. L. von Greenwich), hat Mac Clure bis zu 800 Fuß Höhe über dem jetzigen Meere ein Walfischskelet gefunden, dessen gegenwärtige Lagerung auch nur begreiflich ist, wenn man annimmt, daß das Thier hier strandete, als dieser Theil der Insel noch vom Meere bespült wurde und durch eine Hebung derselben auf diesen erhabenen Standpunkt versetzt wurde.

Sehr zahlreich liegen solche Beweise für Hebungen von Großbritannien vor und zwar von allen Theilen seiner Westküste. In den verschiedensten Höhen findet man die

deutlichsten Beweise, daß hier einst der Strand des Meeres gewesen von wenigen Fußen über dem jetzigen Strande bis zu 200 und 300, ja selbst bis zu 1300 Fuß Höhe.

Gehen wir nun zu andern Meeren, zunächst im Bereiche des atlantischen Oceans über, so finden wir zunächst im mittelländischen Meere vielfache Spuren solcher Hebungen. Der Felsen von Gibraltar zeigt dieselben in Höhen von 50, 70, 170, 264 und 600 Fuß Höhe. Bei Palermo hat sie Fr. Hoffmann 250 Fuß hoch über dem Meere angetroffen und auf dem Aetna sind Strandablagerungen durch Sartorius bis zu 1000 Fuß Höhe über dem jetzigen Meere nachgewiesen worden. An den Küsten Afrika's wie Asiens bemerkt man ähnliche Zeichen eines früheren weiteren Heraufragens des Meeres. An dem rothen Meere ist es namentlich die Umgegend von Suez, die bis zu 8 g. Meilen vom jetzigen Strande entfernt und bis zu 8 Fuß Höhe über dem jetzigen Wasserstande in dem flachen Boden, der deutlich als aus Kies und Meeressand gebildet sich zeigt, wohlerhaltene Konchylien des rothen Meeres enthält. Auf der Insel Mauritius finden sich weit von dem jetzigen Strande, 25 Fuß über dem höchsten Fluthstande, noch auf dem Boden festsitzende Korallenstöcke von derselben Art, wie sie die dortige Küste noch jetzt lebend umsäumen. Auch bei Bombay, an der Insel Ceylon, hat man ähnliche Beobachtungen gemacht. In dem großen Oceane sind es die zahllosen über das Meer emporragenden Koralleninseln, welche uns den deutlichsten Beweis liefern, daß auch der Grund dieses größten aller Meere an vielen Stellen einer Hebung unterworfen sei.

Wir sehen demnach, daß diese Hebungen, weit entfernt, eine seltene Erscheinung zu sein, zu den allerhäufigsten gehören. Ja es ist eigentlich zum Verwundern, daß früher dieselben Naturforschern wunderbar oder gar als ein Mährchen vorkommen konnten, Angesichts der Thatsache, die Jedem täglich in die Augen springt, wohin er auch seinen Fuß setzt, daß wir nehmlich auch auf unseren höchsten Bergen immer auf altem Meeresgrunde wandeln.

Neben den Hebungen, oft unmittelbar an dieselben angrenzend, finden wir aber auch die entgegengesetzte Bewegung von Theilen der Erdrinde, nehmlich

Senkungen ausgedehnter Landstriche.

Wir haben die Zeichen von diesen ebenfalls schon oben S. 256 besprochen und erwähnt, daß dieses Versinken des Landes schwerer für uns nachzuweisen sei, weil uns das weiter heraufreichende Meer an Inseln und an Küsten des Festlandes den früheren Zustand verberge und daß wir nur an Bäumen oder Gebäuden und anderen von Menschen auf dem Lande ausgeführten Werken solche Bewegungen des Landes, die sich als scheinbares Steigen des Meeres zu erkennen geben, zu ermitteln im Stande sind. Trotzdem daß wir daher hinsichtlich der Ermittelung von Senkungen uns in ungünstigerer Lage befinden, als in Beziehung des Auffindens von Hebungen, können wir doch auch für das Vorkommen dieser in der gegenwärtigen Periode der Erdgeschichte eine ziemliche Reihe von Beispielen anführen.

Schweden selbst, das wir als erstes für Hebungen überhaupt kennen gelernt hatten, zeigt uns in seinen süd-

lichsten Theilen ein Sinken des Landes. Schon in der Gegend von Kalmar ist die Hebung kaum mehr merklich, noch weiter südlich, z. B. bei Malmöe, findet eine Senkung statt. Nilsson hat hierfür eine ziemliche Anzahl von Beweisen angegeben. Man findet in diesem Theile des Landes zunächst keine Muschelablagerungen über dem Spiegel des jetzigen Meeres mehr, die weiter nördlich so häufig sind. Außer diesem negativen Zeichen gibt er aber noch eine Reihe positiver an. Bei Trelleborg z. B. findet sich ein Felsblock, dessen Abstand vom Meere Linné im Jahre 1749 genau bestimmt hatte, um auch hier einen Anhaltspunkt für die Beantwortung der Frage nach dem Verhalten des Meeres zum Lande zu haben. 1836 fand Nilsson das Meer diesem Fels um 380 Fuß näher gerückt. Eine gepflasterte Straße in Trelleborg liegt so, daß bei hohem Wasserstande dieselbe überfluthet wird und dennoch fand man beim Nachgraben 3 Fuß unter derselben ein anderes Pflaster. In Malmöe zeigen sich dieselben Erscheinungen, sogar 8 Fuß unter dem jetzigen Hochwasserstande ist hier ein Straßenpflaster entdeckt worden. Vielfach finden sich an der Küste von Landpflanzen gebildete 4—6 Fuß dicke Torflager 2 Fuß unter dem Spiegel des Meeres und unter Umständen, welche die Vermuthung, sie möchten etwa von Flüssen eingeschwemmt sein, vollkommen ausschließen.

Von den Nordpolarländern, die, wie wir gesehen haben, sich gegenwärtig noch größtentheils im Zustande der Hebung befinden, können wir auch ein ähnliches Beispiel wie Schweden anführen, nehmlich West-Grönland. Schon 1778 bemerkte Arctander von einer kleinen Insel

der Bucht Igaliko (60° 43 nördl. Br.), daß sie bei Springfluthen fast ganz unter Wasser gesetzt wurde. Dennoch fanden sich die Mauern eines Hauses auf derselben, die 1830 nur noch in Ruinen aus dem Wasser hervorragten. Bei Frederikehaab (62° nördl. Br.) und Godthaab (64° nördl. Br.) findet man ebenso Spuren alter Wohnungen, die jetzt von dem Meere überfluthet werden. Bis zur Disko-Bay hin, also bis zum 68° nördl. Br., scheint die ganze Küste einer Senkung unterworfen zu sein.

An den Ostküsten Großbritanniens finden sich in großer Ausdehnung unter das Meer versenkte Wälder. Die Reste der Stämme stehen noch festgewurzelt aufrecht da; wenn auch ganz verweicht, läßt sich doch die Beschaffenheit und die Structur des Holzes so wohl erkennen, daß man mit der größten Bestimmtheit die einzelnen Arten als ganz gleich mit dem Holze der jetzt in jenen Gegenden vorkommenden Bäume bestimmen kann. Auch an der Westküste, die gegenwärtig größtentheils die Zeichen der Hebung aufweist, finden sich einzelne Stellen, welche uns zeigen, daß auch hier Senkungen neben der entgegengesetzten Bewegung benachbarter Theile stattfinden. So kann man unter dem Meere sich befindende Wälder in großer Ausdehnung an der Küste von Cheshire, zwischen dem Mersey und Dee, erkennen, die auch an den Orkney-Inseln und an einer der Hebriden sich wieder finden.

Von den Küsten Frankreichs sind es namentlich die der Normandie, sowie der Bretagne, welche ganz gleiche Senkungserscheinungen darbieten. Bei Morlaix, Beauport, Cancale wird man submarine Wälder gewahr, die bei sehr niedrigem Stande der Ebbe bis zu Punkten er-

kannt werden, welche sich 60 Fuß tief unter dem höchsten Wasserstande befinden, selbst Ruinen von Gebäuden hat man noch in diesen Wäldern aufgefunden. Von einigen dieser Wälder liegen Nachrichten vor, daß sie zu Anfange des achten Jahrhunderts unserer Zeitrechnung, und zwar plötzlich, versunken seien.

Daß selbst ein und dieselbe Gegend bald nach oben, bald nach unten hin sich bewegen, sich heben und senken kann, dafür liefert uns die Gegend von Neapel ein sehr deutliches Beispiel. Etwas nördlich von Puzzuoli entdeckte man im Jahre 1750 einige aufrechtstehende Säulenstücke, die, von Gebüschen versteckt, bis dahin der Aufmerksamkeit der Alterthumsforscher sich entzogen hatten. Man grub nun weiter nach und entdeckte bald die Reste eines prachtvollen Gebäudes, das, von viereckiger Form, 70 Fuß im Durchmesser und 46 Säulen hatte, von denen 3 noch aufrecht standen. Man hielt diese Reste für die eines Serapistempels, und unter diesem Namen werden sie noch immer bezeichnet, obwohl spätere antiquarische Untersuchungen diese Deutung derselben stark in Zweifel zogen. Uns interessiren zunächst nur die drei aufrechtstehenden Säulen. Sie sind 42 Fuß hoch, vollkommen glatt und unversehrt bis zu einer Höhe von 12 Fuß über dem Boden. Von da an folgt ein Gürtel von 9—12 Fuß Höhe, innerhalb dessen der Marmor der Säulen ringsum von einer Bohrmuschel durchbohrt ist, deren Schalen noch in den ziemlich tiefen, nach hinten birnförmig sich erweiternden Höhlungen stecken, woraus deutlich hervorgeht, daß die Säulen lange Zeit bis zu dieser Höhe unter dem Wasser gestanden waren. Daß sie nicht schon vom Boden an von den Muscheln an-

gegriffen wurden, erklärt sich daraus, daß sie bis zu der angegebenen Höhe von vulkanischer Asche und Tuff bedeckt und so gegen die Angriffe dieser Thiere geschützt waren. Wir können aus diesem Verhalten der Säulen mit Sicherheit schließen, 1) daß sie zum mindesten eine Senkung von 25 Fuß erlitten haben müssen, selbst wenn wir annehmen, daß der Fußboden dieses Tempels nur einen Fuß über dem Meeresspiegel bei seiner Erbauung stand, 2) daß darauf wieder eine Hebung eingetreten sei, welche den Tempel bis zu seinem gegenwärtigen Stande erhob, der jedenfalls noch nicht der frühere geworden ist, da bei hohem Wasserstande der Boden des Tempels auch jetzt noch vom Wasser überspült wird. Was die Zeit des Eintrittes dieser Niveau-Veränderungen betrifft, so haben wir für diesen Tempel wenigstens einige Anhaltspunkte, sie näher zu bestimmen. Inschriften, in dem Tempel gefunden, sagen aus, daß ihn Septimius Severus und Marcus Aurelius mit kostbarem Marmor geschmückt haben, so daß also die ursprüngliche Stellung desselben noch bis zum dritten Jahrhundert unserer Zeitrechnung vorhanden war. Ebenso wissen wir aus mehreren schriftlichen Urkunden, daß die flache Niederung, die als schmaler Ufersaum vor dem ehemaligen Meeresufer sich ausbreitet, dessen einstige Begrenzung sich wieder durch Muschelanhäufungen deutlich bestimmen läßt, zu Anfange des 16. Jahrhunderts nicht vorhanden war. Im Jahre 1538 ereignete sich nun die schon im ersten Abschnitte erwähnte, mit gewaltigen Erschütterungen der Küste verbundene Bildung des Monte-Nuovo nicht sehr weit von der Stelle des Tempels. Neapolitanische Schriftsteller, welche dieses Ereigniß beschreiben, bemerken nun

dabei, daß das Meer damals einen bedeutenden Strich an der Küste verlassen habe und einer erwähnt dabei auch der „neu aufgefundenen Ruinen". Wir dürfen daher wohl annehmen, daß diese Hebung um das Jahr 1538 erfolgte, während wir die Zeit der vorhergehenden Senkung allerdings nicht näher bestimmen, nicht einmal das Jahrhundert genauer angeben können. Verschiedene Zeichen, die das Wasser in dem Tempel hinterlassen hat, sprechen dafür, daß die Senkung nicht auf einmal, sondern stufenweise erfolgt sei. Forbes machte auch darauf aufmerksam, daß dieses Auf- und Abschwanken nicht nur in der nächsten Umgebung des Tempels stattgefunden habe, sondern sich auf einen ziemlichen Umkreis der Küste und der davorliegenden Inseln erstreckt haben müsse, indem römische Gebäude zu Bajä und auf der Insel Capri ähnliche Zeichen, wie der Serapistempel, erkennen lassen, und zum Theil noch mit ihren untersten Theilen unter dem Wasser stehen.

Wie wir oben S. 292 das Vorhandensein der Korallen-Inseln über dem Meere als einen Beweis für die Hebung des Meeresgrundes im großen Ocean angegeben, so lehrt uns auch die nähere Untersuchung an anderen Korallenriffen, daß sich weite Strecken desselben im Zustande der Senkung befinden. Wir haben oben nicht weiter erörtert, in wie ferne wir aus dem Vorhandensein der Korallen-Inseln eine Hebung erschließen können, und wollen deshalb hier näher auf die Erscheinungen dieser merkwürdigen Bildungen eingehen.

Unter der Klasse der Polypen findet sich eine große Anzahl von kleinen Thierchen, die von den allerältesten Zeiten der Erde bis zu unserer jetzigen Periode ziemlich

gleich in ihren Formen in dem Meere in großen Kolonien gelebt und durch die Eigenschaft ihres Körpers, Kalk abzuschneiden, im Laufe der Jahrhunderte und Jahrtausende große Massen dieses Steines, Mauern gleich, in allen Meeren, in denen sie gedeihen konnten, auf einander gethürmt haben. Ehrenberg, Darwin, Dana und andere Naturforscher haben das wunderbare Leben und Wirken dieser kleinen Großes schaffenden Wesen genauer untersucht, namentlich die Bedingungen ihres Daseins. Es ergibt sich daraus, daß die Riffe bauenden Korallen ein warmes, seichtes Meer und klares, reines Wasser, sowie eine fortwährende Bedeckung durch dasselbe erfordern. Sie sterben sehr bald, wenn sie außerhalb des Wassers sich befinden. Sie bauen von dem Grunde des Meeres nach oben, bis zu dem Punkte, der selbst bei niedriger Ebbe noch von Wasser bedeckt ist. Auch nach der Tiefe zu ist ihnen eine bestimmte Grenze gesteckt, die sie nicht überschreiten können, keine Riffkoralle lebt in einer Tiefe von mehr als 180 Fuß. Deswegen findet man sie in den wärmeren Meeren, die eine Temperatur von 24—27° C. besitzen (unter 18° C. darf dieselbe nicht sinken, wenn sie nicht zu Grunde gehen sollen), die Küsten der Länder und Inseln umsäumend. Aus diesen Angaben läßt sich sofort entnehmen, wie sie uns zu Beweisen für Hebungen und Senkungen des Meeresgrundes werden können. Wo nehmlich ein Korallenriff so über dem Meeresspiegel angetroffen wird, daß es selbst zur Zeit der Fluth nicht vom Wasser bedeckt wird, da muß nothwendig eine Hebung desselben natürlich mit darauf folgendem Absterben der oberen Korallenthiere eingetreten sein. Umgekehrt, wo wir finden,

daß solche Korallenriffe über 180 Fuß, 300—400 Fuß hoch sind, da muß ebenfalls mit dem Tode der tiefer angesiedelten verknüpft eine Senkung des Bodens stattgefunden haben, deren Betrag im Minimum wir finden, wenn wir von der für die Basis des Riffes gefundenen Tiefe 180 Fuß abziehen. Oben bauen auf den Leichen ihrer Vorfahren die folgenden unverdrossen fort, unbekümmert, ob ihnen durch Senkung oder Hebung das Ende bereitet werde.

Durch nähere Untersuchung der Korallenriffe um die Kontinente und Inseln, sowie der meist sehr niedrigen, nur wenige Fuß über den Fluthsand hervorragenden Korallen-Inseln hat man gefunden, daß ein großer Theil des Meeresbodens bei Süd-Amerika, bei den Hebriden, um die Sunda-Inseln und an den Küsten Ost-Afrika's gegenwärtig im Stadium der Hebung sich befinde, dagegen der stille Ocean, Neu-Holland, sowie die Inselgruppe der Malediven und Lakediven im Sinken begriffen seien.

Ueberblicken wir noch einmal rasch die Meere, an welchen wir ein scheinbares Sinken desselben in der Gegenwart wahrnehmen, so sind es folgende: die Ostsee bei Schweden, die Nordsee bei Norwegen, das nördliche Eismeer von Spitzbergen bis Sibirien und ober dem Festlande von Nord-Amerika, verschiedene Theile des mittelländischen Meeres, der atlantische Ocean an den Küsten Süd-Amerika's, der indische Ocean bei Afrika, das rothe Meer, das persische Meer, der Meerbusen von Bengalen, das Meer um die Sunda-Inseln. Für den großen Ocean haben wir die Küsten von Süd-Amerika ebenfalls mit

deutlichen Zeichen des scheinbaren Zurückweichens des Meeres.

Dagegen haben wir ein scheinbares Steigen desselben erkannt in der Ostsee bei Schonen, für die Nordsee an einigen Stellen der Küsten Englands; ebenso zeigt die gleiche Erscheinung der atlantische Ocean an den Westküsten Englands, Schottlands und Frankreichs, sowie die Baffins-Bay bei Grönland. Die Korallenriffe bekunden ein ähnliches Steigen des Meeres an einzelnen Stellen des stillen, wie des indischen Oceans.

Wir sehen demnach, daß gegenwärtig jeder der Oceane und jedes größere Nebenmeer derselben Stellen aufzuweisen hat, an denen er steigt, und Stellen, an denen er sinkt. Dieser eine Umstand genügt vollkommen, um sofort die Vermuthung als unmöglich erscheinen zu lassen, daß in dem Meere der Grund für diese Erscheinung liege, es würde dies die Annahme einschließen, daß eine einzige Wassermasse, wie z. B. die Ostsee, Jahrhunderte hindurch an einer Stelle niedriger werde, an der andern sich erhebe, also eine geneigte Ebene bilden könne.

Seitdem man diese Erscheinung des scheinbaren Sinkens und Steigens des Meeres an so verschiedenen Stellen der Erde beobachtete, hat man auch sofort erkannt, daß diese Unregelmäßigkeiten und dieser Wechsel im Verhältniß des Meeres und Landes durch eine Bewegung des letzteren hervorgebracht sei. Dadurch verschwindet alles Unbegreifliche, was die Erscheinung hat, wenn wir den Grund davon im Meere suchen. Denn das, wie uns die Beobachtung zeigt, durch Tausende von Rissen und Sprüngen in einzelne Bruchstücke und abgesonderte Massen getheilte

Land kann ganz leicht an einer Stelle in die Höhe bewegt werden, während daneben eine andere sinkt, ähnlich wie beim Eisgange unserer Ströme oder in größerem Maaßstabe beim Aufbrechen des Eises in den Polarmeeren hier eine Scholle sich hebt und dort eine andere sich senkt. So ausgemacht und allgemein anerkannt nun auch der Satz ist, daß das Land bald sich hebe, bald sich senke, so wenig ist die wahre Ursache dieser Erscheinungen noch jetzt erkannt. Wir wollen in dem folgenden Kapitel die wichtigsten Ansichten darüber zum Schlusse erörtern.

Zweites Kapitel.

Von den Ursachen der Hebungen und Senkungen der Länder.

Schon der Umstand, daß wir die Hebungen und Senkungen der Länder, dem Beispiele der überwiegenden Menge der Geologen folgend, unter den vulkanischen Erscheinungen mit angeführt haben, beweist, daß sie von einer großen Anzahl derselben auf den gleichen letzten Grund wie diese zurückgeführt werden. Ob mit Recht oder Unrecht, wird sich im Verlaufe dieses Kapitels herausstellen. Ueberblicken wir die verschiedenen Meinungen, welche zunächst über die Ursachen der Hebungen ausgesprochen worden sind, so finden wir, daß sich dieselben in zwei Gruppen unterbringen lassen. Die erste umfaßt alle die Erklärungsversuche, nach denen die langsam erfolgenden, nicht durch Erdbeben hervorgerufenen Hebungen der Oberfläche der Erdrinde durch eine Vermehrung

des Volumens erzeugt werden, in die andere lassen sich die Ansichten vereinigen, nach welchen eine reelle von unten erfolgende gleichmäßige Empordrängung eines Stückes der Erdrinde von unbekannter Dicke stattfindet.

Wir wollen zunächst die erstere ins Auge fassen. Hier finden wir wieder zwei von einander sehr verschiedene Meinungen; nach der einen ist es eine Temperaturerhöhung der Gesteine, welche die Hebung bedingt, nach der andern eine Neuerzeugung von Gesteinen zwischen den Lagen anderer, wodurch diese in die Höhe getrieben werden, wie durch einen zwischen sie eingeschobenen Keil.

Die erstere Ansicht geht von der Thatsache aus, daß mit der Tiefe die Wärme zunimmt und daß die Wärme die Gesteine, wie alle festen Körper, ausdehnt. Wir haben zwar noch keine genauen Untersuchungen über die Ausdehnung der Gesteine durch die Wärme, doch für die Mehrzahl der Mineralien, aus denen sie bestehen, wie Kalkspath, Quarz, Feldspath, Gyps u. s. w. Wir können nun daraus annäherungsweise berechnen, wie dick die Lage eines Gesteines sein müßte, um bei einer beliebigen Temperaturerhöhung um eine gewisse Anzahl von Fußen ausgedehnt zu werden. Diese Ausdehnung muß sich natürlich an der Oberfläche als Hebung zu erkennen geben. Umgekehrt, wenn man eine Hebung im Betrage von einigen Zollen oder Fußen findet, kann man daraus berechnen, wie groß die Dicke und die Wärme sein müßte, um die beobachtete Hebung zu erzeugen. Der englische Geologe Lyell ist es, der sich auf diese Weise die allmählichen Hebungen entstehend denkt. Wir würden, eine sogleich zu erwähnende Schwierigkeit abgerechnet, allerdings

eine einfache Erklärung für die allmählichen Hebungen dadurch bekommen, wenn es sich nur um sehr geringe Größen handelte, z. B. um einige Fuße, aber wie wir an dem Beispiele Schwedens und Norwegens sehen, haben diese Hebungen bereits einen Betrag von 600 Fuß erreicht. Denken wir uns nun die erwärmte Schichte etwas mehr als 9 g. Meilen dick und die Temperaturerhöhung so bedeutend, daß sie überall um 100° die vor Beginn der Hebung vorhandene vermehrt hätte, so würde dennoch der Effect derselben höchstens 200 Fuß sein, also dreimal geringer, als wir ihn hie und da beobachten. Dabei ist die Ausdehnung der Gesteine von 1—100° C. zu $^1/_{1000}$ angenommen, eine Größe, die eher über als unter der mittleren Ausdehnung der Gesteine steht. Auch abgesehen davon entsteht die Hauptschwierigkeit für diese Theorie aus der Frage, wie eine solche Temperaturerhöhung eintreten kann? Wir wissen, daß die Temperatur mit der Tiefe zunimmt, haben also kein anderes Mittel, eine höhere Temperatur für ein Gestein zu erhalten, als wenn wir uns dasselbe gesenkt denken. Denn die Annahme, daß in Spalten aus der Tiefe aufsteigende geschmolzene Massen diese Temperaturerhöhung erzeugen, würde die Schwierigkeiten nicht beseitigen; denn diese Massen sind im Verhältniß zum Umfange der sich hebenden Massen äußerst gering und können nur eine kurz dauernde Temperaturerhöhung, also auch nur eine kurzdauernde, rasch vorübergehende Erhebung auf diese Weise erzeugen. Da aber, wie wir wissen, eine Temperaturerhöhung um 1° schon ein Tieferhinabgehen um 100 Fuß voraussetzt, so würde man sehr schlechte Geschäfte machen, wenn man durch Sinkenlassen

der Gesteine in größere Tiefen ihr Volumen so vermehren wollte, daß sie durch die dabei eintretende Temperaturerhöhung an der Oberfläche höher zu liegen kämen. Noch andere nicht zu beseitigende Bedenken erheben sich gegen diesen Erklärungsversuch der Hebungen. Wie wäre es mit diesem vereinbar, daß unmittelbar neben einander liegende Theile eines Landes, wie in Schweden, in entgegengesetzter Bewegung begriffen sind? Wie wollte man damit die Erscheinung vereinbaren, daß ein und dieselbe Gegend bald sich hebt, dann wieder sinkt?

Wir sehen aus diesen Andeutungen schon, daß uns diese Theorie in die größten Schwierigkeiten verwickelt und eine befriedigende Erklärung der Hebungen nicht zu geben vermag.

Die andere Theorie, welche ebenfalls eine Volumensvermehrung als Ursache der Hebungen ansieht, ist die von Volger und Mohr ausgeführte, nach der die Entstehung von neuen Massen zwischen den alten das Hebende ist. Die von oben eindringenden atmosphärischen Wasser lösen Bestandtheile auf und führen sie mit sich in die Tiefe. Kommen sie nun irgendwo in Spalten mit anderen zusammen, mit denen sie vereinigt neue Mineralien erzeugen können, so werden sie sich hier absetzen und bei anhaltender Stoffzufuhr werden diese Krystalle stets wachsen. Entstehen diese Krystalle in Kapillarspalten oder wird durch ihr Wachsthum eine größere Spalte zu einer Kapillarspalte, so bringt das Wasser vermöge der Kapillarattraction in dieselben ein und diese Kraft ist es, welche die Gebirge in die Höhe hebt.

„Die Kraft dieser Kapillarwirkung ist größer, als wir eine andere Kraft in der Natur kennen, und schon Volger hat diese Kraft zur Hebung der Gebirge in Anspruch genommen.“ (Mohr.)

Man sieht wohl ohne Weiteres, welche eigenthümliche mechanische Voraussetzungen diese Theorie machen muß, um die Hebungen zu erklären. Erstens die, daß die sich neubildenden Krystalle nur von der Seite her den nöthigen Stoff zur ihrer Bildung erhalten, denn wenn das von oben kommende Wasser ihnen dieselben mitbringt, kann natürlich nicht von einer Hebung durch Volumsvermehrung die Rede sein, weil ja unten nur so viel abgesetzt wird, als oben weggenommen wurde; es findet also in diesem Falle nur ein Ortswechsel von oben nach unten statt, von einer Volumsvermehrung und einem Wachsthum kann hier keine Rede sein. Zweitens setzt dieselbe ferner voraus, daß überall da, wo eine einfache Hebung beobachtet wird, die Kapillarspalten, in denen die Infiltration des Wassers durch die Kapillaranziehung stattfindet, alle horizontal liegen und verlaufen, denn nur in diesem Falle kann eine Hebung senkrecht von unten nach oben eintreten. Nun sehen wir aber in der Natur, daß sich die feinen Spalten viel häufiger in der Richtung von oben nach unten finden, nur dadurch ist es ja möglich, daß das Wasser in die Tiefe dringt, und wir würden daher nach der Theorie von Mohr und Volger Seitenverrückungen, Ausdehnungen der Länder in der Breite in horizontaler Richtung in demselben Grade häufiger, mindestens eben so oft wahrnehmen, als Hebungen in senkrechter Richtung. Dergleichen ist aber noch nie beobachtet

worden, auch nicht ein einziges Beispiel liegt für eine solche Bewegung vor.

Ein weiterer Grund gegen diese Theorie liegt ferner in der vollkommen willkührlich und übertrieben angenommenen Leistungsfähigkeit der Kapillarkraft. Es ist rein aus der Luft gegriffen, daß dieselbe „größer, als wir eine andere Kraft in der Natur kennen" sei. Sie hat wie jede ihre ganz bestimmten Grenzen und reicht nicht im Entferntesten hin, auch nur das kleinste Hügelchen zu heben, geschweige denn ganze Berge oder Stücken der Erdrinde.

Für die Senkungen wird natürlich von beiden bisher erörterten Theorien das Gegentheil von der Ursache, welche die Hebungen erzeugt, angenommen. Statt der Erwärmung eine Abkühlung, statt der Neubildung von Krystallen das Zerstören alter, das Auslaugen und theilweise Auflösen der Schichten. Was die Senkungen betrifft, welche durch Abkühlung des Schichtengebäudes in größerer Tiefe erzeugt werden sollen, so gelten für dieselbe hinsichtlich der Größe des Effectes dieselben Bedenken, die wir oben bei den Hebungen besprochen haben und zwar hier in einem noch viel höherem Grade aus folgendem Grunde. Wie die Beobachtung allerorts gezeigt hat, dringen die äußeren erkältenden wie erwärmenden Einflüsse nur bis zu einer Tiefe von 60 — 80 Fuß ein, je nachdem die Gesteine der Oberfläche die Wärme besser oder schlechter leiten. Da nun eine Abkühlung der Gesteine der Erdrinde nur nach außen hin erfolgen kann, so ist durchaus nicht abzusehen, wie eine Abkühlung der Erdrinde so bedeutend, daß sie sich durch eine Senkung des Bodens zu erkennen gibt, in der Tiefe und aus der Tiefe heraus stattfinden könnte.

Weniger Bedenken unterliegt die Annahme, daß Senkungen durch theilweises Auflösen einzelner Schichten oder einzelner Bestandtheile der verschiedenen Schichten entstehen. Die Möglichkeit muß zugestanden werden. Doch setzt dieses voraus, daß diese aufgelösten Bestandtheile vom Wasser fortgeführt werden. Wir dürften daher erwarten, wenn dieser Vorgang die großartigen Senkungen ganzer Küstenstriche erklären soll, daß wir dergleichen viel häufiger noch in den obersten Schichten der Erdrinde und an solchen Gesteinen wahrnehmen würden, die verhältnißmäßig leicht sich auflösen, wie Gyps und Kalk. Denn das atmosphärische Wasser, welches von oben nach unten sich durch die Gesteine bewegt, muß doch oben, wo es noch nichts aufgelöst enthält, am meisten von den Gesteinen mit sich führen, die obersten Schichten sollten daher verhältnißmäßig am meisten sich senken. Aber man hat nichts von der Art bemerkt. Der Umstand, daß sich der Meeresgrund selbst senkt, dagegen Orte, wo fließendes Wasser in Menge den Boden vieler seiner Bestandtheile berauben, nicht, läßt es uns als sehr unwahrscheinlich erscheinen, daß, unbedeutende locale Senkungen abgerechnet, die langsam vor sich gehenden, ausgedehnteren durch einen solchen Auszehrungs- und Auflösungsproceß einzelner Schichten entstehen. Ueberdies wäre es dann auch unbegreiflich, wie eine Stelle, die einmal durch denselben ins Sinken gerathen wäre, auf einmal wieder in die entgegengesetzte Bewegung verfiele und sich wieder erhöbe, wie dies in der jetzigen Periode an manchen Punkten beobachtet wird, in früheren aber sehr häufig vorgekommen ist.

Das bisher über die Ursachen der Hebungen und

Senkungen Mitgetheilte zeigt, daß durch die Annahme einer Volumsvermehrung oder Verminderung durch Zu- oder Abnahme der Temperatur oder durch Hinzufügung oder Hinwegführung von Mineralsubstanz weder die Hebungen noch die Senkungen sich befriedigend und im Einklange mit den beobachteten Thatsachen erklären lassen. Es bleibt uns nur noch die dritte, die Ansicht der Vulkanisten übrig.

Auch diese spalten sich in mancherlei Gruppen und geben sehr verschiedene Erklärungen für die fraglichen Erscheinungen. Das einzige, was sie alle gemeinsam haben und was sie den andern Allen gegenüberstellt, ist die Annahme, daß die Erde im Innern noch heißflüssig sei, und daß dieser Zustand es sei, welcher im letzten Grunde die Bewegungen der Erdrinde sowohl nach oben wie nach unten, Hebungen wie Senkungen bedinge. Der Vortheil, den uns diese Annahme gewährt, ist einleuchtend. Wir haben eine der Ausdehnung nach ungeheuere bewegliche Masse, die innere Erdflüssigkeit, und haben eine im Verhältniß zu ihr sehr kleine bewegte, die äußere Erdrinde. Wie nun aber durch das Verhalten dieser beiden verschiedenen Theile unserer Erde, des flüssigen Innern gegen das feste Aeußere diese Bewegungen der Rinde vermittelt werden, darüber sind die Meinungen verschieden. Die Einen erklären sie in folgender Weise:

Denken wir uns die Erde im Anfange als eine ganz flüssige, glühende Masse, so mußte sich durch die Abkühlung eine an Dicke zunehmende Rinde bilden, die sich dem flüssigen Inhalte enge anschloß. „Da die Rinde, als sie sich bildete, den Umfang haben mußte, welchen die Erd-

kugel damals hatte, so mußte die fortschreitende Abkühlung, da sie darauf ausgeht, den Inhalt zu verkleinern, einen langsam wachsenden Zug auf die Rinde hervorbringen, und da diese nicht im Stande ist, durch einen Einschrumpfungsproceß sich dem veränderten Umfange des Innern anzupassen, so muß dieses entweder durch Risse oder durch Falten oder durch beides geschehen." (Dana.)

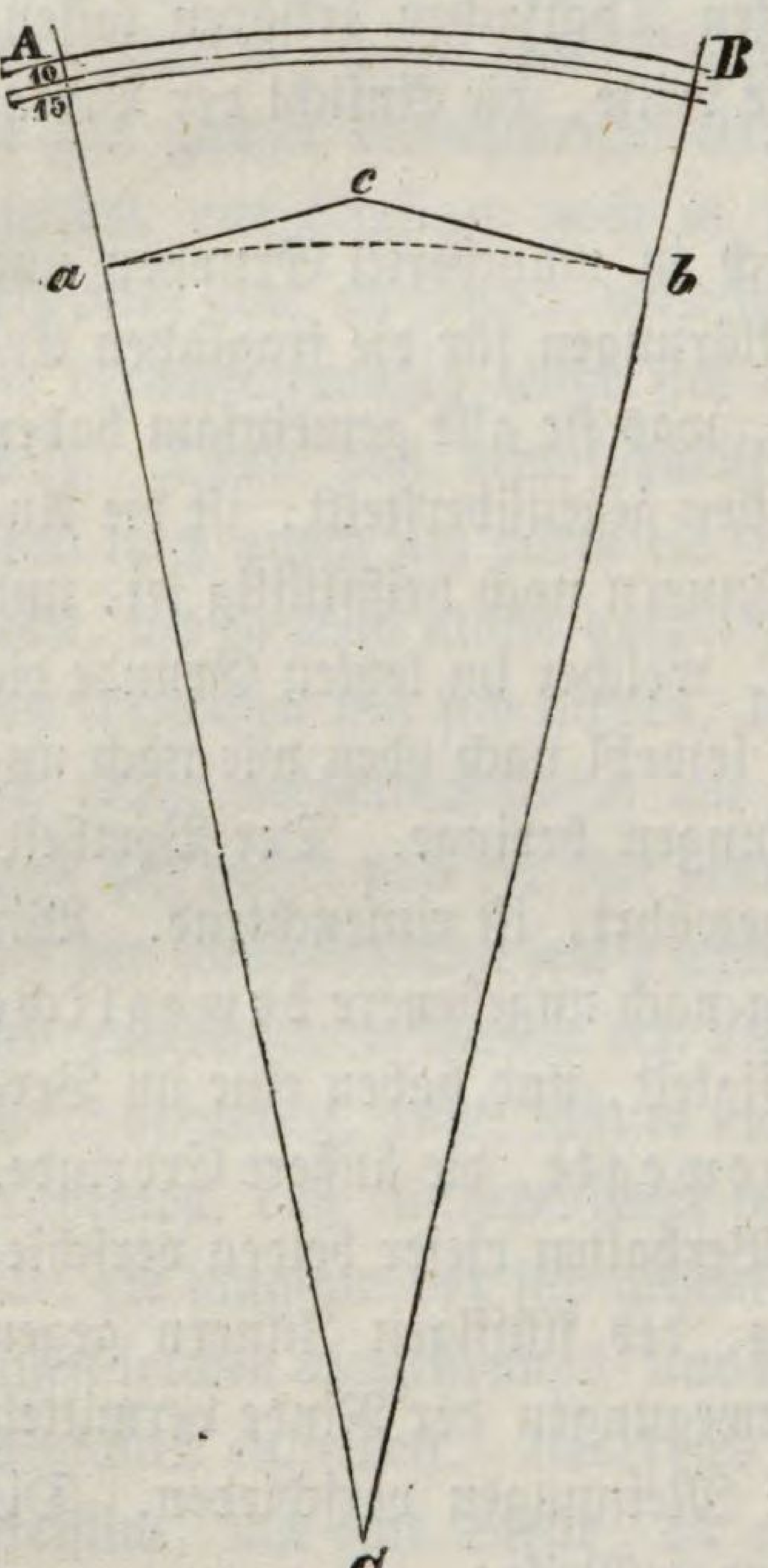


Fig. 35.

Die nothwendige Folge davon ist nun die, daß sich an der einen Stelle Senkungen, an der andern Hebungen ausbilden. Dana vergleicht dieselben mit den Runzeln, die sich in der Haut eines austrocknenden Apfels bilden, und dieses Beispiel kann auch den Vorgang sehr gut erklären. So wie der Umfang der Erde kleiner wird, muß die Rinde, da sie nicht gleichmäßig sinken kann, weil sie, einmal durch Erkaltung fest geworden, sich nicht mehr weiter zusammenziehen kann, sich an einzelnen Stellen herausknicken, an anderen sinken. Denken wir uns ein Stück der Erdrinde AB durch die Abkühlung nach a b versetzt, so hat es hier keinen Platz, außer wenn es sich in einer oder

mehreren Falten aufbiegt, indem die Linie acb eben so lang als AB ist. Ein seitliches Ausweichen ist natürlich in der Erde aus dem Grunde unmöglich, weil dieselbe eine Kugel bildet und zwischen allen Radien auf dem ganzen Umfange derselbe Vorgang stattfindet, wie hier zwischen AC und BC.

Daß die im Laufe der Zeiten ungleich sich ausbildende Dicke der Erdkruste, die ungleiche Beschaffenheit und Mächtigkeit der später durch das Wasser oben erzeugten Schichten große Verschiedenheiten in diesem Faltungsproceß an verschiedenen Stellen der Erde erzeugen mußte, bedarf wohl weiter keiner Erwähnung. Da nun dieser Abkühlungsproceß noch immerwährend vor sich geht, wenn auch in sehr geringem Grade, so müssen auch aus derselben Ursache noch an einzelnen Stellen Hebungen, an andern Senkungen stattfinden. Die Thatsache, daß Hebungen und Senkungen unmittelbar neben einander vorkommen (England, Schweden, großer Ocean) findet dadurch eine sehr einfache Erklärung. Dagegen können wir diesen Faltungen unmöglich einen so großen Einfluß zuschreiben, wie das von Vielen, besonders auch von Dana, geschieht, indem der Betrag derselben nicht so groß angenommen werden kann, wie es von diesen vorausgesetzt wird. Wollten wir nehmlich in größerer Ausdehnung eine Faltung oder Knickung annehmen, wie die folgende Figur es zeigt, so müßten wir schon eine Zusammenziehung ihres Inhaltes bis auf die Hälfte ihres früheren Durchmessers annehmen, die Linien abc bilden nehmlich überall gleichseitige Dreiecke, so daß überall ab und bc zusammen die doppelte Länge von ac haben. Wollte man also anneh-

men, daß ab und bc, cb′ und bc′ u. s. f. den früheren Umfang der Erde dargestellt hätten, so ist es offenbar, daß sie nur dann in diese Stellung gelangen konnten, vorausgesetzt, daß die Zusammenziehung des Erdkörpers dieselbe erzeugt haben soll, wenn diese sich so weit zusammenzog, daß ihr neuer kleiner Umfang halb so groß war, als der frühere größere; da sich nun die Länge der Kreise und Bögen verhalten wie ihre Durchmesser, so muß der

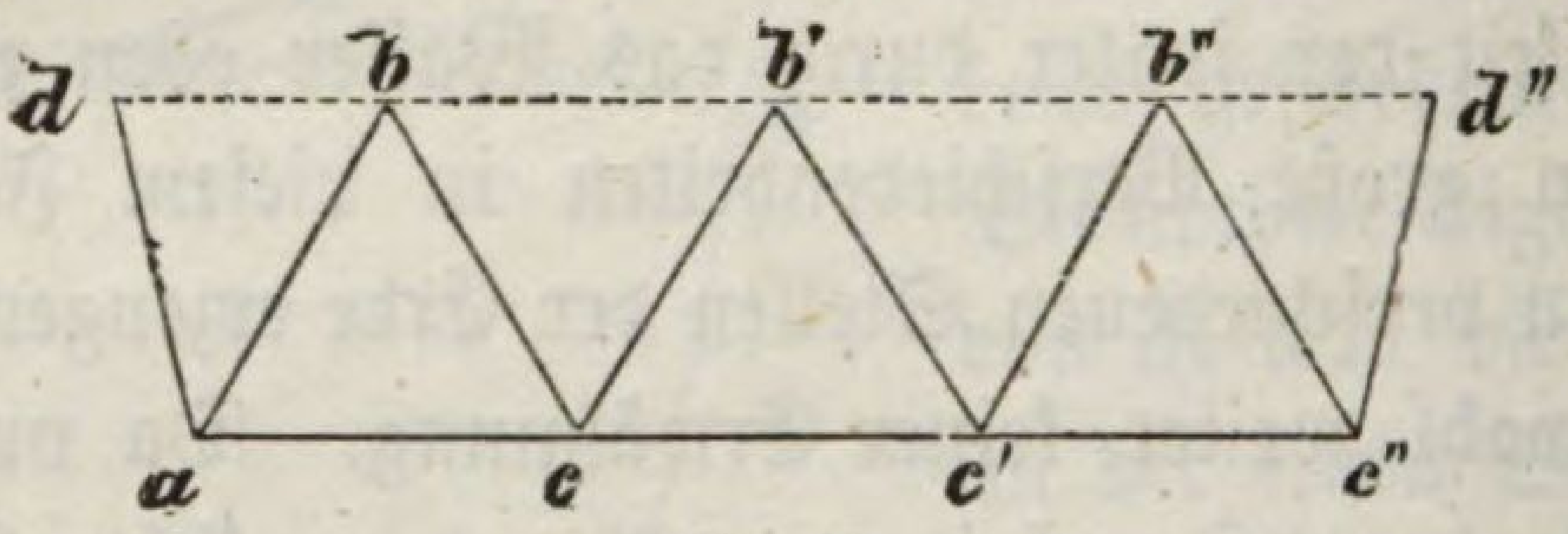


Fig. 36.

Durchmesser eines halb so großen Kreises auch halb so groß sein, wie das eines doppelt so großen, also der zu dem Bogen ac″ gehörige muß halb so groß sein, als der zu demselben Kreisbogen gehörige, welcher zwischen denselben Radien ad und cd″ liegt, aber die doppelte Länge von ac″ hat, in unserem vorliegenden Falle früher von derselben Länge war, aber nicht in Zickzack gebogen, wie die Linien ab, bc, cb′, b′c″ u. s. f.

Wir finden nun allerdings in der Natur außerordentlich häufig solche beträchtliche Faltungen geschichteter Gesteine, können aber dieselben aus dem eben angegebenen Grunde unmöglich der Zusammenziehung der Erde zuschreiben. Wie dieselben entstanden seien, dies zu erörtern, hängt mit unserem gegenwärtigen Thema nicht zusammen. So viel muß jedoch zugestanden werden, daß durch die Abkühlung der Erde Veranlassung zu Senkungen und auch zu Hebungen gegeben ist.

Naumann glaubt noch ein anderes mechanisches Moment, welches durch die Abkühlung der Erde entstehen soll, annehmen zu müssen, das wir schon oben bei Besprechung der Ursachen vulkanischer Eruptionen erwähnten. Wenn nehmlich die Abkühlung immer weiter fortschreitet, muß auch in der Tiefe dadurch immer neues Material aus dem flüssigen in den festen Zustand übergehen. Er glaubt nun, daß dabei auch eine Vergrößerung des Volumens stattfinde und folglich ein Druck auf die flüssige Unterlage ausgeübt werde. Durch diesen Druck könne nun ein Theil der flüssigen Masse durch die Vulkane in die Höhe getrieben werden oder auch Veranlassung zur Hebung irgend eines Stückes der Erdrinde geben. Wenn sich nun einerseits die Möglichkeit dieses Vorganges nicht geradezu bestreiten läßt, so kann man andererseits auch nichts Bestimmtes für dieselbe vorbringen. Namentlich ist der wichtigste Theil dieser Theorie, daß die Massen des Erdinnern beim Uebergange aus dem flüssigen in den festen Zustand an Volumen zunehmen, wie schon erwähnt wurde, weder durch Beobachtungen, noch durch Experimente erwiesen.

Wir bedürfen aber auch derselben nicht. So wie wir annehmen, daß die Erde in ihrem Innern noch flüssig sei und daß sie sich noch fortwährend, wenn auch noch so langsam, weiter abkühle, also auch weiter zusammenziehe, so haben wir damit eine Quelle von Bewegungen der bereits erkalteten Erdrinde, welche sich theils als Hebungen, theils als Senkungen zu erkennen geben müssen. Es werden sich dann immer Senkungen und Hebungen gleichzeitig entweder unmittelbar neben einander oder auch an verschiedenen Stellen zeigen müssen. Selbst wenn sich auch

im gegenwärtigen Augenblicke die Abkühlung und die Zusammenziehung der Erde kaum mehr bemerklich machen würde, so ist doch schon durch das Vorhandensein einer festen auf der flüssigen Masse ruhenden, in viele Stücke zertheilten Rinde, die selbst fortwährend Veränderungen ihrer Gestalt und ihres Gewichts unterworfen ist, Veranlassung zu Bewegungen gegeben. Jede Bewegung einer Stelle der Erdrinde in dem einen Sinne muß aber irgendwo eine andere im entgegengesetzten Sinne hervorrufen.

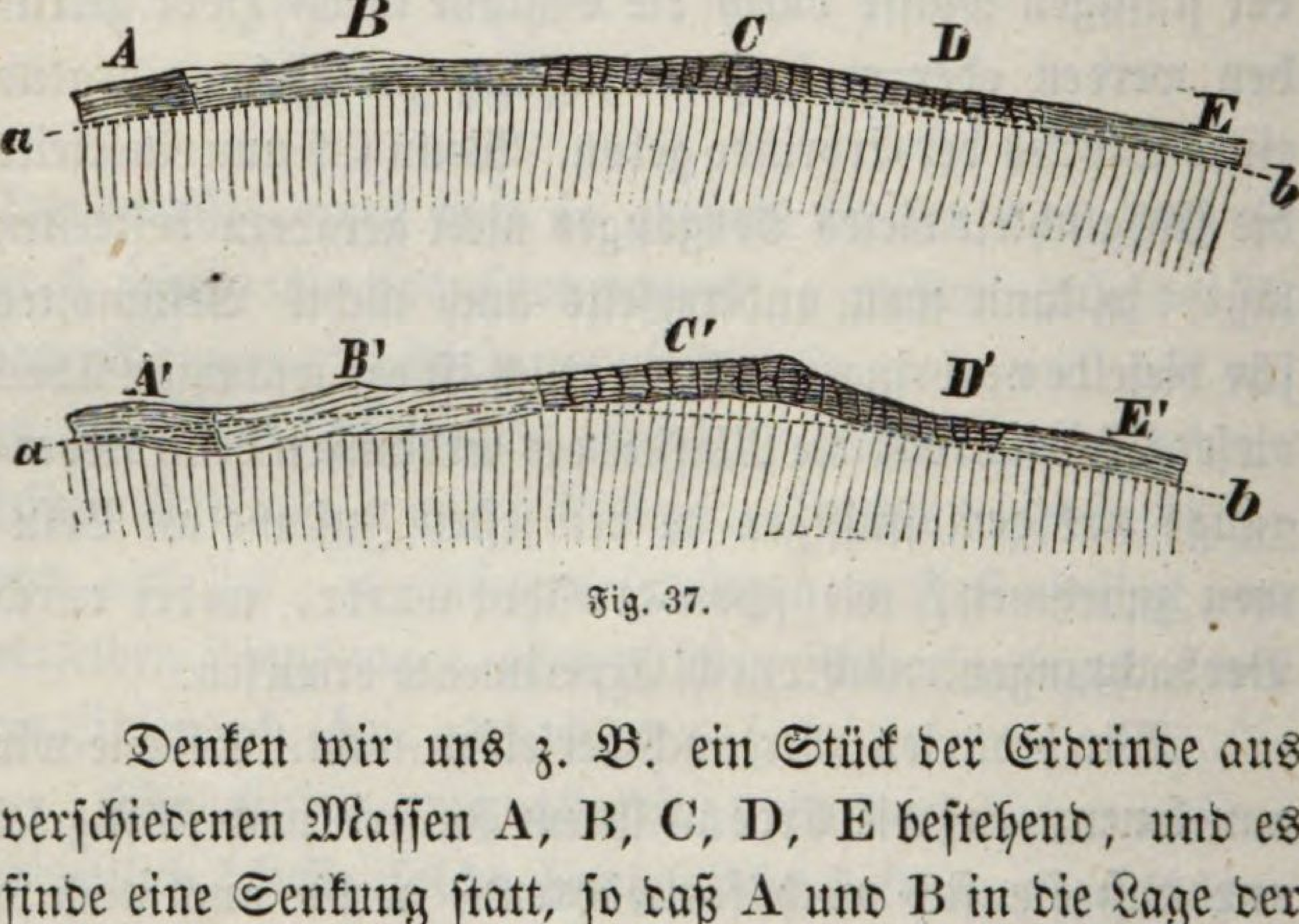


Fig. 37.

Denken wir uns z. B. ein Stück der Erdrinde aus verschiedenen Massen A, B, C, D, E bestehend, und es finde eine Senkung statt, so daß A und B in die Lage der zweiten Figur kommen, so muß sich C und D heben. Wir können nun in der Natur beides beobachten, d. h. Senkungen und Hebungen, aber wir werden nicht im Stande sein, zu bestimmen, ob eine Hebung veranlaßt sei durch eine Senkung einer anderen Stelle oder ob eine Senkung durch eine Hebung an einer anderen Stelle veranlaßt wurde. Man begreift auch, wie, wenn einmal irgendwo das

Gleichgewicht gestört worden ist, dadurch der Anstoß zu einer langen Reihe von Bewegungen im verschiedensten Sinne gegeben sein kann. Das Beispiel, das wir oben schon gebrauchten, um diese Verhältnisse anschaulich zu machen, das von dem Verhalten der Eisschollen auf dem Wasser, mag uns auch hier wieder dazu dienen, die Erscheinungen der Hebung und Senkung klar zu machen. Wenn wir in einem Gefäße voll Wasser Eisstücken in größerer Menge, so daß sie die Fläche des Wassers ganz bedecken, haben, so wird jede Bewegung eines Stückes auch die anderer zur Folge haben. Heben wir ein Stück aus dem Wasser, so werden andere tiefer einsinken, drücken wir dagegen hier ein Stück hinunter, so werden sich andere heben. Doch soll damit nicht die Vorstellung erzeugt werden, als tauchten die Gebirge tief in die geschmolzene Erdmasse ein und schwämmen auf derselben, sie verhalten sich, um das Gleichgewicht genauer den Verhältnissen entsprechend zu machen, nur wie die Eisdecke auf einem See oder Teich. Wie diese ebenfalls einen Druck auf die unterliegende Wassermasse ausübt und sich senkt, wenn diese abnimmt, so verhalten sich die festen Gesteine gegenüber dem flüssigen Erdkerne.

Bei diesem Verhalten der Erdrinde zu dem flüssigen Kerne, bei ihrer verhältnißmäßig außerordentlich geringen Dicke ist es wohl möglich, daß auch die Anziehung von Sonne und Mond auf diesen flüssigen Erdkern Veranlassung und den Anstoß zu Hebungen und Senkungen gibt, oder daß auch die Erschütterungen bei Erdbeben solche Bewegungen von längerer Dauer einleiten. Doch können wir hier, wie so häufig bei geologischen Erscheinungen,

namentlich bei denen, welche in der Tiefe ihren Sitz haben, auch nur Vermuthungen äußern. Eine zuverlässige und bestimmte Erklärung für einzelne Fälle zu geben, wird wohl kaum je gelingen, auf dem gegenwärtigen Standpunkte der Geologie müssen wir uns begnügen, die Möglichkeit nachzuweisen, wie solche Erscheinungen erzeugt werden können.

Gegen diese Erklärung der allmählich eintretenden Hebungen und Senkungen wird von den Gegnern derselben der Haupteinwand erhoben, daß die Erde im Innern nicht geschmolzen, daß keine derartige Anordnung, wie wir sie eben angenommen, vorhanden sei. Positive Gründe gegen die Annahme eines feurig flüssigen d. h. geschmolzenen Erdkernes werden nun allerdings keine vorgebracht. Denn die Thatsachen, welche als Gründe gegen diese Annahme angegeben werden, haben mit derselben ganz und gar nichts zu schaffen. Diese Thatsachen beziehen sich nehmlich nur auf die Natur der Gesteine an der Oberfläche, sie berühren nur die Frage, wie dieses oder jenes Gestein entstanden sei. Manche Vulkanisten führen nehmlich eine ganze Reihe von Gesteinen an, von denen sie glauben, daß sie durch Erstarrung fest geworden seien, daß sie die durch Abkühlung entstandene Erdrinde gebildet hätten, z. B. Granit, Gneiß und andere. Dagegen werden nun von den Neptunisten sehr gewichtige Einwände erhoben. Aber diese Einreden beweisen nichts gegen die Annahme eines flüssigen Erdkernes. Wären alle Gesteine der Oberfläche ohne Ausnahme als wässrige Bildungen nachgewiesen, so würde weiter nichts daraus folgen, als daß wir die ursprüngliche durch Abkühlung entstandene

Rinde nicht mehr vor uns haben und nicht mehr näher bezeichnen können. Das darf uns Angesichts der Thatsachen, daß unendliche Zeiträume hindurch das Wasser die Oberfläche der Erde bearbeitet, zerstört und zersetzt hat, auch gar nicht wundern; im Gegentheil müßten wir uns wundern, wenn irgendwo noch etwas von dieser Erstarrungsrinde unverändert vorhanden wäre. Die Beweise für den ursprünglichen heißflüssigen Zustand der Erde sind nicht von diesen Gesteinen hergenommen, werden daher auch nicht verstärkt oder geschwächt, ob man diese oder jene Entstehungsweise für dieselben nachweisen kann. Wir wollen zum Schlusse diese Beweise, auf denen die vulkanistische Theorie wesentlich beruht, noch kurz bezeichnen. Es sind aber dieselben sowohl der Astronomie, als auch der Geologie entnommen.

Zu den ersteren gehört vor Allem die Gestalt der Erde als einer an den Polen abgeplatteten Kugel. Der große Mathematiker Newton war es zuerst, welcher aus einigen Beobachtungen an Pendeluhren den Schluß zog, daß die Erde keine Kugel sein könne, sondern an den Polen abgeplattet sein müsse. Er zeigte ferner, daß die Abplattung der Erde durch die Achsendrehung derselben entstehen mußte, so wie dieselbe Anfangs flüssig war und bestimmte im Voraus durch Rechnung den Betrag dieser Größe. Erst später wurde dann dieselbe direct gemessen. Eine äußerst große Anzahl von Bestimmungen der wahren Gestalt der Erde hat dasselbe Resultat ergeben und sogar nur sehr wenig an der von Newton berechneten Größe der Abplattung geändert. Die theoretische Berechnung wurde später, als man das spezifische Gewicht der Erdkugel und

andere für dieselbe wichtige Thatsachen kennen gelernt hatte, von Neuem vorgenommen und in so genauer Uebereinstimmung mit der direct bestimmten Abplattung gefunden, als man nur erwarten konnte. Die Wirkungen der Anziehungskraft der Erde namentlich auf den Mond sind der Art, daß sie zu dem Schlusse führen, die Erde bestehe aus auf einander folgenden Schichten oder richtiger Kugelschalen von verschiedener sich steigernder Dichtigkeit, die ebenfalls alle abgeplattet sind, und zwar in etwas anderer Weise, als die äußerste.

In der neuesten Zeit ist auch dieser Beweis für die ursprüngliche Flüssigkeit der Erde angefochten worden, aber mit durchaus unzureichenden Gründen. So hat Mohr die Abplattung als Folge der an den Polen rascher fortschreitenden Verwitterung im Verein mit der Achsendrehung der Erde hingestellt, sogar behauptet, im Verlaufe der Zeiten müsse die Erde unter allen Umständen, so wie sie eine Achsendrehung hat und verwittert, nach und nach eine abgeplattete Kugel darstellen. Es würde hier zu weit führen, auf die Verstöße gegen die Gesetze der Mechanik, die in dieser Behauptung liegen, hinzuweisen, es mag hier genügen, die Thatsache noch einmal zu wiederholen, daß auch das Innere der Erde aus lauter abgeplatteten concentrischen Kugelschalen besteht, deren Form doch unmöglich der nur außen wirkenden Verwitterung zugeschrieben werden kann, die umgekehrt, wenn auch die Form der Oberfläche der Erde durch Verwitterung und andere außen wirkende Kräfte eine andere geworden wäre, uns immer noch den Beweis lieferten, daß die Erde Anfangs flüssig war.

Fragen wir nun weiter, wodurch dieser flüssige Zustand der Erde erzeugt war, so können wir nur zwischen zwei Ursachen wählen. Entweder war es das Wasser, welches die ganze Erdmasse in aufgelösten oder gallertartigen Zustand versetzte, oder es war die Wärme, indem dieselbe Alles schmolz. Beide Annahmen haben ihre Vertheidiger, die beiden großen geologischen Parteien der Neptunisten und Plutonisten oder Vulkanisten haben darnach ihren Namen erhalten, doch hat man längst erkannt, daß die Menge des Wassers in keinem Falle zureicht, um auch nur einen gallertartigen Zustand der Erde zu erzeugen und eben deswegen richten die Neptunisten ihre Angriffe jetzt gegen die Abplattung der Erde und die daraus für die vulkanistische Theorie sprechenden Beweise. Daß die Masse geschmolzen gewesen sein könne, läßt sich natürlich nicht bestreiten, aber daß es auch wirklich der Fall war, das will man nicht zugeben, obwohl die Abplattung allein schon, da man nur die Wahl zwischen Wasser und Feuer hat, für das letztere, d. h. für den heißflüssigen Zustand entscheidet. Als weiterer Beweis der richtig getroffenen Wahl der Vulkanisten erscheinen uns die Beobachtungen der mit der Tiefe stets zunehmenden Temperatur, deren Verhältnisse wir auch bereits oben im ersten Abschnitte S. 161 näher betrachtet haben.

Alle Versuche, dieselben anderweitig zu erklären, so zahllos sie auch gemacht wurden, haben nichts gezeigt, als die Unmöglichkeit, in anderer Weise sie befriedigend zu erklären, während sie als eine nothwendige Folge der vulkanischen Theorie nach dieser weiter keiner Erklärung bedürfen.

In der neuesten Zeit ist abermals die Astronomie der Geologie zu Hilfe gekommen, indem sie durch die Spectralbeobachtungen der Gesteine zeigte, daß noch eine unendliche Zahl derselben in dem Zustande sich befindet, welche der Vulkanismus für den Urzustand der Erde fordert, nehmlich in einem glühenden, geschmolzenen, flüssigen, zum Theil selbst noch gasförmigen.

Alle diese Thatsachen zusammengenommen rechtfertigen die Annahme, welche wir dieses ganze Büchlein hindurch gemacht und festgehalten haben, daß unsere Erde dereinst glühendflüssig gewesen sei, daß sie erst nach und nach durch Abkühlung eine feste Rinde, aber unter ihrer faltenreichen Haut noch jetzt in ihrem Inneren sich das Jugendfeuer erhalten habe. In wie fern die s. g. vulkanischen Erscheinungen davon Zeugniß ablegen, wird der aufmerksame Leser der vorangegangenen Blätter selbst zu beurtheilen im Stande sein.

Welche Ansicht man auch über dieselben haben mag, ob man sie auf diese oder jene Weise erklären will, ihre hohe Bedeutung für die Geschichte der Erde, ja der ganzen organischen Natur, bleibt davon unberührt.

Bedenken wir, daß die neptunistische wie die plutonistische Theorie beide eine vollständige Wasserbedeckung der Erde in den frühesten Zeiten fordern und annehmen, und daß beide namentlich in den im letzten Abschnitte geschilderten Vorgängen die einzige Quelle aller Bewegungen des Festen, somit der Entstehung des Festlandes und seiner Gliederung erkennen, so können wir wohl behaupten, daß unter allen Naturkräften die wichtigsten und gewaltigsten eben die sind, welche wir als die vulkanischen bezeichnet

haben. Von ihnen ist und wird zu allen Zeiten die Gestalt und die Ausdehnung der Kontinente, das Verhältniß von Land und Meer, von Hochland und Tiefland, mit seinen unendlich vielen Abstufungen und der Fülle seiner Einflüsse auf alle klimatischen Verhältnisse, selbst auf die geistige Entwicklung des Menschen bedingt. Sie sind es, welche der zerstörenden Wirkung des Wassers, das in den zahllosen Quellen, Bächen und Flüssen und durch die noch zahlreicheren Wellen des Meeres fort und fort an einer Erniedrigung und Verkleinerung des Landes arbeitet, ununterbrochen entgegenarbeiten.

Diese Betrachtung mag dazu dienen, die Schrecknisse, welche für den Menschen das plötzliche Auftreten dieser titanischen Naturkraft oft mit sich bringt, weniger erschrecklich erscheinen zu lassen, und zu einem neuen Beweise, daß überall, wo wir in der Natur zerstörende Kräfte walten sehen, dieselben bei näherer Betrachtung in noch höherem Grade als schaffende sich zu erkennen geben, das Leben mächtiger ist als der Tod.

Druck von Breitkopf und Härtel in Leipzig.



Kgl. Hofbuchdruckerei von Dr. C. Wolf & Sohn in München.